LIBRO DE INSTRVMENTOS NVEVOS DE GEOMETRIA

muy neceſſarios para medir diſtancias, y alturas, ſin que interuengan numeros, como ſe demueſtra en la practica.

DEMAS DESTO SE PONEN otros tratados, como es vno, de conduzir aguas, y otro vna queſtion de artilleria, en donde ſe ponen algunas demoſtraciones curioſas.

POR ANDRES DE CESPEDES,
Coſmographo mayor del Rey nueſtro Señor

DIRIGIDO AL SERENISSIMO Señor Archiduque Alberto, Conde de Flandes, Duque de Brabante, &c.



CON PRIVILEGIO.

En Madrid, Por Iuan de la Cueſta.
Año. M. DC VI.

MEMORIA DE LOS LIBROS
que tengo escritos en lengua Castellana.

1 *Teorica, y fabrica del Astrolabio, y los vsos del.*
2 *Vn comento sobre la Esfera de sacro Bosco.*
3 *Vn comento sobre las Teoricas de Purbachio.*
4 *Vnos Equatorios, o Teoricas, por los quales sin tablas se puedẽ saber los lugares de los Planetas en longitud, y latitud: tambien se ponen instrumentos con que saber los eclipses.*
5 *Vnas Teoricas que contienen tres partes: en la primera, las Teoricas segun la doctrina de Copernico: en la segunda, se declarà, segun nuestras obseruaciones la causa porq̃ van errados los mouimientos del Sol, y Luna, assi en Copernico, como en el Rey don Alonso: en la tercera, se dize de las estaciones de los Planetas, con vn tratado de Paralaxis.*
6 *Vna perspetiua teorica, y practica.*
7 *Vn regimiento de nauegacion.*
8 *Vna hydrografia general.*
9 *Vn libro de mechanicas, donde se pone la razon de todas las machinas, en la segunda parte se ponen treynta machinas para exercicio, y algunas son de importancia.*
10 *Vn libro de Reloxes de Sol, que los enseña a fabricar en qualquiera superficie que sea, y descreuir en ellos todos los circulos que quisieren imaginar en el primero mobil, y esto por diferentes caminos.*
11 *Vn islario general donde se pone la descripcion de todas las islas q̃ aora se saben, con la historia, y cosas notables dellas.*

Otros muchos tratados tengo escritos en varias materias, principalmente de fabricas de instrumentos matematicos, assi de los que yo tengo inuentado como de otros, y todos los tengo labrados por mi mano, desde fundir el metal, hasta ponerlos en su perfeccion.

¶ 2 TAS-

TASSA.

YO Francisco Martinez escriuano de Camara de su Magestad, y vno de los que en su Consejo residen, doy fee, que por los señores del dicho Consejo fue tassado vn libro intitulado, *De instrumentos nueuos de Geometria*, compuesto por el Licenciado Andres Garcia de Cespedes, Cosmographo Mayor de su Magestad, à cinco marauedis cada pliego, y que al dicho precio, y no mas se venda el dicho libro: y que esta fee de tassa se ponga en la primera hoja de cada libro, para que se sepa el precio del, y que no se venda sin estar puesta en el principio dela primera hoja de cada volumē, como dicho es, so pena que el que lo imprimiere, y vendiere sin la poner, cayga, è incurra en las penas contenidas en las leyes, y prematicas destos Reynos que sobre la impresion de los dichos libros disponen. Y para que dello conste de pedimiento del dicho Licenciado Andres Garcia de Cespedes, y de mandamiento de los dichos señores del Consejo di esta fee en Valladolid, a diez dias del mes de Hebrero, de mil y seyscientos y seys años.

Francisco Martinez.

Testimonio del Corrector.

VI este libro intitulado, *De instrumentos nueuos de Geometria*, y en el no ay cosa alguna que notar que no corresponda con su original. Dada en Madrid en 3. dias del mes de Enero, de. 1606.

El Licenciado Francisco Murcia de la Llana.

AL SERENISSIMO ſeñor Archiduque Alberto Conde de Flandes.



ARECERA Atreuimiento preſentar a V. A. eſte pequeño trabajo, pero no lo ſera conocida mi voluntad y deſſeo de deſeruir a V. A. Hame parecido, que aunque auia otras obras de mas importancia que ofrecer a V. A. que por aora eſta era mas aproposito entre las que al preſente tenia, aſsi por eſtar V. A. tan ocupado en las coſas de la guerra, y que el tiempo no dara lugar a la leccion de los libros, como por la deſcomodidad que tengo, por eſtar ocupado en la impreſsion de vn Regimiento de nauegaciõ que ſu Mageſtad me mandò hazer. En eſte tratado ſe ponen dos inſtrumentos que hize en Lisboa para V. A. con el vſo, y ſu demoſtracion, q̃ para entre ſoldados pueden ſer de prouecho, pues el obrar con ellos ſe haze con tanta facilidad. V A. reciba mi buen deſſeo, que ſi la obra igualara con el, yo quedara ſatisfecho de auer cumplido con el reconocimiento que deuo, como criado de V. A. a quien Dios guarde muchos años. De Madrid, Enero catorze, mil y ſeiſcientos y ſeis.

Andres Garcia de Ceſpedes.

Muy poderoſo ſeñor.

POr mandado de V. Alteza he viſto eſte libro intitulado, *Inſtrumẽtos nueuos de Geometria*, compueſto por el Licenciado Andres Garcia de Ceſpedes, y me parece que aſsi por no tener coſa que ofenda, como por ſer tan docto, y curioſo, ſe le puede dar la licencia, y priuilegio que el Autor ſuplica, para que acompañe a los demas libros deſta profeſsion que ha compueſto como obras de perſona tan inſigne, de quien es razon ſe gozen tan ingenioſos trabajos. En Valladolid, a nueue de Otubre, de. 1604.

El ſecretario Tomas Gracian Dantiſco.

Suma del priuilegio.

TIene priuilegio de ſu Mageſtad Andres Garcia de Ceſpedes, Coſmographo mayor de ſu Mageſtad por diez años para poder imprimir eſte libro intitulado, Inſtrumentos nueuos de Geometria. *Su data en la Ventoſilla en. 20. de Otubre de mil y ſeyſcientos y quatro años. Paſsò ante Iuan de Amezqueta.*

AL LECTOR.



Stando en Portugal en seruicio del serenissimo Archiduque Alberto, como le hiziesse algunos instrumẽtos matematicos, me mãdô q̃ le hiziesse vn instrumento con q̃ se pudiesse medir qual quiera altura, y distãcia, sin q̃ fuesse necessario de interuenir numeros, imaginãdo algunos q̃ para este efeto pudierã seruir. El q̃ mas a proposito me parecio, es vn quadrado que aqui se pone, el qual tiene poca fabrica, y facilidad en el obrar, en todas las operaciones se le pone su demostracion.

Tambien le di para el mismo efeto el baculo que llaman de Iacob, que aunque la inuencion del no es mia, pero puse le la demostracion de los vsos del, que hasta aora no la he visto, y creo que por no la tener, le tenian en poco, siendo el mas acomodado instrumento de quantos se han inuẽtado, para medir altura, y anchura, con este, y con el quadrado con cada vno dellos enseñamos a medir qualquiera altura, y distancia con dos, y con la vna estacion, aunque no se pueda llegar a lo que se mide.

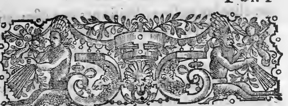
Tambien se puso la demostracion de la fabrica de vn niuel que vi en casa de Iuan de Herrera, Archicteto que fue de su Magestad, que tampoco he visto quien la ponga.

Contiene tãbien este libro vn tratado de conduzir aguas, dõde se declaran las dificultades q̃ a cerca desta materia se puedẽ ofrecer, y el remedio dellas, es de importancia para semejãte efeto. Tuue ocasion de escriuir este tratado hallã dome en Burgos, vi q̃ la ciudad queria traer vna fuente que nacia en vna cuesta bien alta, para vn barrio dentro della, q̃ tãbien estaua alto, y aunq̃ no tanto como el nacimiento de la agua, y entre la vna altura, y la otra auia vn valle llano, y viẽdo vn dia el edificio del encañado, dixe a vn amigo mio que se dezia Martin de la Haya, que aquellos hombres gastarian su dinero, pero que no subirian la agua donde pretẽ-

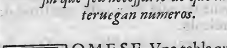
dian, y

dian, y tenian obligacion entonces los oficiales se rieron de mi, aunque despues lloraron, porque gastaron sus haziendas, y no pudieron subir la agua donde estauan obligados, por mas prueuas que hizieron, y assi les acontece a los que no quieren tomar consejo.

Tambien estando en Lisboa, fuy vn dia a visitar al Capitan Alonso de Cespedes, Teniente de General de la artilleria del Reyno de Portugal, y topéle con vnos Artilleros que estauan disputando, en que eleuacion tiraua mas vna pieça de artilleria, y como solamente la question se resoluia en lo que cada vno hallaua por experiencia, por la mayor parte dellos quedò assentado, que en quarenta y cinco grados de eleuacion alcançaua mas que en otra ninguna. El Capitan Cespedes que sabia que yo tenia alguna noticia desto, por auerme hallado en el castillo de Burgos en tiempo que alli auia fundicion, y mucho exercicio en la pratica, me pidio que le diesse por escrito la razon de lo que alli se trataua con el examen del calibo, lo qual le di con algunas aduertencias acerca desta materia. Hallandome cō los borradores destos tratados, me parecia que haria algun seruicio a la republica si los imprimiesse, pues la costa era poca, y el prouecho que de aqui podria redundar seria mucho: y recibasse mi buen desseo, que si me bastassen las fuerças como tengo la voluntad de seruir a mi patria, otras cosas de mayor importancia, assi en esta materia, como en otras pōdriamos en la estampa.



CAPITVLO PRIMERO, EN que ſe enſeña la fabrica de vn Quadrante Geometrico, con el qual ſe puede medir qualquiera diſtancia, altura, y profundidad, ſin que ſea neceſſario de que interuegan numeros.





OMESE Vna tabla quadrada de madera, o de laton, a b c d, y en ella ſe tome, g a, que ſea la tercia parte del lado, a d: y tireſe la linea, g e f, equidiſtãte de, a b: tomeſe, e g, igual de, g a, y ſobre el punto, e, ſe haga el quadrado, e H K n: diuidaſe cada lado deſte quadrado en 100. partes yguales, y las diuiſiones opueſtas ſe juntẽ cõ lineas, y las q̃ fuerẽ diezes ſe ſeñalẽ con pũtillos. Los lados, H e, f e, ſe eſtiendan haſta los puntos, g, r, poniendo

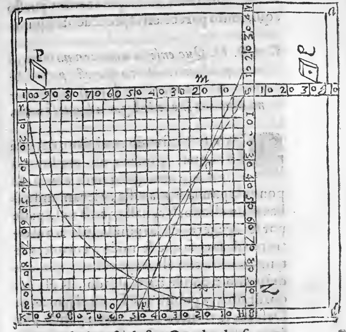
 en

en ellos las miſmas diuiſiones que eſtan en los lados del quadrado: y en eſtas diuiſiones de los lados, e g, e r, ſe harã agugeros pequeños, quanto quepa vn hilo delgado. En todas las diuiſiones que fueren dezenas, ſe pondran los numeros que les conuinieren, començando del punto, e, como ſe parece en la figura ſiguiente. Tambien ſe le pondran dos pinulas, como mueſtran las letras P, Q. En el punto, e, ſe hara vn agugero pequeño, quanto quepa vn hilo delgado, de dõ de ſe tiene de colgar vn peſo que ſirue de perpendiculo.

Para que con mas juſtificacion ſe hagan las operaciones, ha de tener eſte quadrado por lo menos vna tercia de vara, y ſi tuuiere media vara es mejor. Tambien para el vſo del, tiene neceſsidad de ponerle vn pie de la manera que ſe dixo en nueſtro Regimiento de nauegacion, porque en la mano no puede eſtar ſeguro.

Tambien ſobre el centro, e, ſe puede hazer el quadrante de circulo, n H, que puede ſeruir para muchas operaciones.

Por



Por el riuerſo deſte Quadrado ſe puede hazer vn Quadrante para tomar la altura del Sol, y eſtrellas, de la manera que enſeñamos en nueſtro Regimiento. Para en quanto a medir, como auemos dicho, no

es necessario mas de lo que auemos puesto aqui, como parece en la precedente figura.

CAP. II. Que enseña a medir vna torre, ò otra qualquiera altura que estè perpendicular al Orizonte, estando en el mismo plano, donde no se puede llegar a lo que se mide.

PVES Estando en el plano del Orizonte, y queriendo medir vna torre, o otra qualquiera altura, se ponga la pinula, P, a la vista, y leuantando, ò baxando el lado, b c, hasta que la vista passe por los agugeros de las pinulas, y se vea el estremo de la cosa que se mide, entonces se tenga cuenta con el perpendiculo que cae del punto. e, donde corta al lado, KH, del quadrado; y pongo que sea en el punto, o. Despues se tiren atras los pies, o passos, por linea recta, que pareciere ser en proporciõ, assi de la distancia que ay a lo que se mide, como de la altura: y pongo que la retirada son 10. passos, pues passarè el perpendiculo al agugero 10. en el lado, e r, y en esta segũda

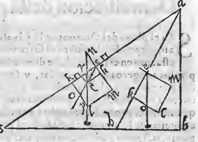
eſtacion ſe tornarà a ver por los agugeros de las pinulas el eſtremo de la coſa que ſe mide, y ſe notarà donde cae el perpendiculo en el lado, KH, y pongo que cae en el punto,p. Pues eſtendiendo el perpendiculo que cae del punto,e,por el punto,o,y el perpendiculo que cae del punto, o por el pũto,p, ſe cortaràn los dos perpendiculos en el punto,q. Pues caminando del punto, q, por la paralela que por alli paſſare, haſta el lado e n,como mueſtra la linea, q m, que lo que huuiere del punto,e,al punto, m, ſera la altura de la coſa que ſe mide, que aqui ſerian diez y ocho paſſos.

Demoſtracion deſta pratica.

SEa el plano del Orizonte,s b: y la altura que ſe mide a b,perpendicular ſobre el Orizonte. Sea la primera eſtacion en el punto, d, de donde ſe vea el punto, a, por los agugeros de las pinulas, y ſera el rayo viſual, d K e a:entonces el perpendiculo que cae del punto, e, cortarà el lado,K l, en,o, paſſando a la ſegunda eſtacion, que ſea en el punto,S,tornando a ver el punto, a, por los agugeros de las pinulas: y eſtando el perpendiculo en el punto, n, tantos puntos apartado del punto, e, quantos paſſos ay entre las dos eſtaciones,d s, cortarà el perpen-

diculo al lado,K l,en,p,y cortará al perpendiculo,e o, en q. Tireſe,q h,perpendicular ſobre, e m, y el rayo viſual es,s K e a. Pues digo, que la altura, b a, es tantos paſſos quantas partes es,h q. En la primera eſtacion, el angulo K e o,es ygual al angulo,d a b, por la 29. del primero de Euclides:luego el angulo,o e m,es ygual al angulo,a d b, por la 32.del primero de Euclides: por lo qual el triangulo,e q h,es equiangulo al triangulo, a d b.

En la ſegunda eſtacion,el angulo, s a b, es ygual al angulo,n r e,por la 29. del primero de Euclid. y por la miſma el angulo, n q h, es ygual del angulo, n r e: luego el angulo,r n e,es ygual del angulo,a s b, por la 32. del primero de Euclides: por lo qual el triangulo, q n h, es equiangulo del triangulo, a s b: y por la quarta del ſexto de Euclides,los lados ſeran proporcionales, que como ſe ha el lado,q h,con el lado,h n, aſsi ſe ha el lado, a b,con b s:y como ſe ha el lado,q h,con,h e,aſsi ſe ha,a b, cõ,b d: alternadamente,como ſe ha, q h, antecedente al antecedente,a b,aſsi ſe ha el conſequente, h n, al conſequente b s: y como ſe ha,q h,con, a b, aſsi,h e,cõ, b d. Luego la proporciõ de, h n, con, b s, es la miſma que,h e, con, b d, por la 11. del quinto de Euclides: pues la vna y la otra proporcion, es como q h,con,a b. Y por la 19.del quinto de Euclides, auiendoſe



dose el todo, n h, con el todo, s b, como la parte, e h, con la parte, d b. el restante, n e, se aura con el restante, s d, como, n h, con, s b. Estaua prouado, que, n h, con, s b, se auia como, q h, con, b a; luego, n e, con, s d, se ha como, q h, con b a: y quantos puntos ay en, n e, tantos passos se tomaron en, s d: luego quantos puntos huuiere en, q h, tantos passos aura en, b a; que es la altura de lo que se mide: y el lado, q h, es ygual del lado, e t, por estar entre las paralelas h e, q t. Pues queda demostrado, que si del punto donde se cortan los perpendiculos, se tirare vna perpendicular sobre el lado, e K, que los puntos que huuiere del punto e, hasta donde cae la perpendicular, muestran los pies, o passos que tiene de altura lo que se mide, segun fuere la medida que se tomò entre las dos estaciones: y los puntos que ay entre, n h, es la distancia que ay entre la segũda estacion, y el punto, b, segun la misma cuenta de pies, o passos. De manera, que por este instrumento se miden juntamente la distancia, y altura.

CAP. III. Que enseña como se medira la altura de vna torre, ò otra cosa que estè perpendicular al Orizõte, desde otra torre.

PONGO Que se aya de medir la altura, b a, que està perpendicular sobre el Orizõte, s b, desde la torre s d f, que tambien està perpendicular sobre el Orizonte: imaginese que la torre, s d, se va leuantando de suerte, que, s f, sea de la

altura

altura de,b a:y quedarà la linea, f a, paralela del Orizonte, s b. Pueſto el que mide en el punto,d, y mirando por los agugeros de las pinulas el punto, a, el perpendiculo que cae del punto,e,cortarà la linea,l m, por el punto, u. Baxeſe el que mide al pũto,g,y torne a ver por los agugeros đ las pinulas el punto,a, eſtando el perpendiculo en el punto,n, tantos puntos apartado del punto e, quantos paſſos ay entre el punto, g, y el punto, d, y cortarà el perpendiculo por el punto,t,al lado,l m,cruzandoſe los dos perpendiculos en el punto,x: del qual ſe tomarà la linea,x h, que ſea paralela de, m e, y caera en el lado,e K; y los puntos ꝗ huuiere del

del punto,n,al punto, h,tantos passos ay del punto,g,al punto, f, que es lo mismo que la altura, b a, menos la cantidad, g s, que es lo que ay de la segunda estacion al Orizõte. Y los puntos que huuiere en la linea, h x, tantos passos aura de distancia entre las dos torres,que es la linea, s b.

Demostracion de lo dicho.

EN La primera estacion,el angulo,u e K,es ygual del angulo,f d a,por ser,e u,d f, paralelas del punto,x. Donde se cortan los perpendiculos se tire x h,perpendicular sobre,e K:y por la 32.del primero de Euclides,quedarà el triangulo,a f d,equiangulo del triãgulo,x h e. En la segunda estacion, el angulo, g n t, que haze el rayo visual con el perpendiculo, es ygual del angulo,f g a,por la 29.del primero de Euclides: luego por la 32.del mismo, el triangulo, x h n, es equiangulo del triangulo,g f a. Luego por la 4. del sexto,los lados seran proporcionales,y assi se aura,x h,con,h n,como, a f, con f g: y como se ha,x h,con, h e, assi se ha,a f, con, f d: y alternadamente,como se ha el antecedente, x h, con el antecedente,a f,assi el consequente, h n, con el consequente,f g. Tambien como el antecedente, x h, con el antecedente,a f, assi el consequente, h e, con el consequente f d: luego por la 11.del quinto, la proporcion que tiene h n,con,f g, essa tiene,h e,con,f d; porque la vna,y la ota proporcion,es como la que tiene, h x, con, f a. Pues el

todo,h n,se ha con el todo,f g, como la parte, h e, con la parte,f d:por la 19.del quinto,el restante, e n, se aura con el restante,d g,como el todo,h n,con el todo,f g: y la proporcion que tiene,e n,con, d g, es proporcion de ygualdad, porque tantos passos tiene, d g, como puntos, e n: luego tantos passos tendra,f g,como puntos, h n, que es lo que se pretendia prouar. Y siendo hallada,f g,está conocida,a c,que es su ygual: y porque el lado,x h, es proporcional con el lado, a f, quantos puntos huuiere en x h,tantos passos aura en,a f,que es la distancia entre,g c. A la altura que tiene, a c, se le añadirá los passos que tuuiere,g s,que es ygual de,c b, y quedará conocida la altura,a b,en la medida que se midio,d g.

CAP. IIII. Que enseña como se medirà la distancia de algun plano, estando en alguna torre.

SEA El plano que se tiene de medir,a b, y la torre, b s, de donde se quiere saber los passos que aura del punto, b, hasta el punto, a. Pongase la pinula que està mas cercana al centro del Quadrante para la vista, y passando el rayo visual por los agugeros de las pinulas,se vea el punto, a: y el perpendiculo que cae del punto,e,cortarà al lado, K l.en, o, donde se hara vna señal. Despues se passen a la segũda

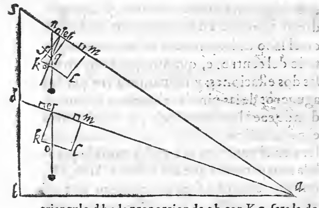
estacion,

eſtacion, ſubiendoſe en la torre, y el perpẽdiculo ſe mude en los agugeros que eſtan en el lado de las pinulas, tantos puntos apartado del centro, e, quantos paſſos ay entre las dos eſtaciones: y tornando a ver por los agugeros de las pinulas el punto, a, ſe notarà donde cae el perpendiculo, y donde corta el perpendiculo de la primera eſtacion, que ſera en el punto, q, del qual ſe tome la paralela mas proxima que cae ſobre el lado, e K, que ſera el punto, f, que el numero que alli eſtuuiere moſtrarà los paſſos que ay entre, b a.

Demoſtracion de lo dicho.

EN La primera eſtacion, el angulo, o e m que haze el perpendiculo cõ la linea viſual, d a, es ygual al angulo, b d a, por ſer, d b, e o, paralelas: y tirada q h, perpendicular ſobre, e m, el triangulo, q h e, es equiãgulo del triangulo, a b d. En la ſegunda eſtacion, el perpendiculo que cae del pũto, n, haze el angulo, q n h, ygual del angulo, b s, a, por ſer, s b, n q, paralelas: luego el triangulo, q n h, es equiangulo del triangulo, b s a: y por la 4. del ſexto, ſus lados ſeran proporcionales: y como ſe ha n h, con, h q, aſsi ſe ha, s b, con, b a.

Tambien ſiendo el triangulo, e h q, equiangulo del



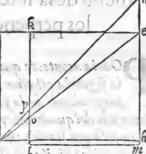
triangulo,d b a,la proporcion de,e h,con,K q, ſera la de d b,con,a b: y alternadamente,la proporcion de,q h, con a b,ſera como la de, h n, con, b s. Tambien, q h, ſe aura con,a b,como,h e,con,b d :luego la proporcion que tiene,h n,con,b s,es la que tiene, h e, con, b d, por la 11. del quinto de Euclides, porque entrambas ſon como, q h, con,a b. Pues el todo,h n,con el todo,b s,es como la parte,h e, con la parte, b d: por la 19. del quinto de Euclid. el reſtante,e n,ſe aura con el reſtante, d s: y, e n, con,d s, tiene proporcion de ygualdad, porque tantos puntos ay en,e n,como paſſos en, d s: luego quantos puntos huuiere en,q h,tantos paſſos aura en, a b. Pues la proporcion de,q h,con,a b,es como de,h n,con,b s: y eſtando, q h,ſe, entre paralelas,ſeran yguales. Luego la paralela que de la interſecacion de los dos perpendiculos,que es el pũto q,cayere ſobre el lado,e K,del quadrado, moſtrará la diſtancia que ay entre,b a,ſegun la medida que ſe hizo entre las dos eſtaciones.

Aduer-

Aduertencia ſobre lo que ſe ha dicho de la interſecacion de los perpendiculos.

PODria acontecer que el perpendiculo de la ſegunda eſtacion, no ſe cortaſſe con el perpendiculo de la primera, dentro de la ſuperficie del quadrado: y eſto acontecerà, quãdo la coſa que ſe mide tuuiere mas paſſos, o varas que tiene diuiſiones el quadrado. Quando eſto aconteciere, ſe obrarà aſsi, que auiendo ſeñalado en los lados del quadrado, por dõde caẽ los perpendiculos, poniendo el quadrado en vn plano, ſe eſtenderan los perpendiculos haſta q̃ ſe cruzẽ: y eſtendiendo tambien el lado del quadrado ſobre que tiene de caer la paralela que ſale de la interſecacion de los perpendiculos, de donde eſta paralela cayere en el lado del quadrado, haſta el punto, e, ſe contaràn las diuiſiones que huuiere, que tantos paſſos ſerà la diſtancia, o altura que ſe mide. Como ſi en el quadrado, e K l m, el perpendiculo que ſale del

punto, e, corta al lado, K l, en, o: y el perpendiculo que ſale del punto, n, corta al lado, K l, en, p, ſin ſe ceuar dentro de la ſuperficie del quadrado: pues poniendo el quadrado, e K l m, en algun plano, e o, n p, haſta que ſe corte, que ſera en, q, eſtiendaſe la linea e K, poniendo por



ella algun hilo: del punto, q, ſe tire, q t, perpendicular ſobre, e K, y ſera la linea, e t, la altura de lo que ſe mide, tirando la linea, q h, perpendicular ſobre, e m, ſe hara la miſma demoſtracion que de primero, preſuponiendo las lineas viſuales, como eſtà dicho. Queriendo ſaber quantas partes es, K t, de las que, e K, es 100. tomeſe con el compas, K t, y pongaſe ſobre e K, y ſe vera las partes que contiene.

C A P.

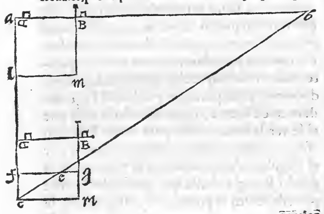
CAP. V. Que enseña a medir la distancia de vn plano, sin que aya parte alta como en el precepto passado.

PVEDESE Medir la distancia de vn plano en esta manera: Sea el plano que se tiene de medir, a b, puesta la pinula, D, a la vista, y estando el quadrado puesto en superficie llana, equidistante al Orizonte, se vera por los agugeros de las pinulas el punto, b, y sin se menear el quadrado se encamine la vista por el lado del quadrado, D l, a vn cierto punto que estè distante del punto, a, 30. ò 40. passos, que pongo que sea el punto, o, dexando señal en el punto, a: y puesto el quadrante en el punto, c, de manera que el angulo, l, del quadrado venga en el punto, c; y el lado, l D, se enderece de suerte, que passando la vista por el se vea la señal que se puso en, a. Estando assi fixo el quadrado, se ponga vna regla por el angulo, c, del quadrado, y se vaya endereçando la regla, hasta que passando la vista por ella, se vea el punto, b: y estando assi la

regla

regla ſin ſe menear, ſe buſque en el quadrado vn paralelo, de los que van del lado, D l, al lado, B m, que eſtè tan apartado del angulo, c, quantos paſſos ay entre, a c: y pongo que ſea eſte paralelo, f g, y veaſe donde corta la regla a eſte paralelo, que ſera en el pũto, e. Pues digo, que quantas diuiſiones huuiere en eſte paralelo del punto, e, al punto f, tantos paſſos tiene la diſtancia, a b.

La prueua eſtà clara, porque aqui ay dos triangulos, a b c, f e c, que ſon equiangulos: luego los lados proporcionales, por la 4. del ſexto de Euclides, que por la pro-



porcion que tiene, c f, con, f e, essa tiene, c a, con, a b: y alternadamente, la proporcion que tiene, c f, con, c a, essa tiene, f e, con, a e: y la proporcion que tiene, c f, con, c a, es de ygualdad, porque tantos puntos tiene, c f, como passos, c a: luego quantos puntos tuuiere, f e, tantos passos tendra, a b, que es lo que se auia de prouar.

CAP. VI. Que enseña como por este quadrado, con sola vna estacion, se puede medir qualquiera distancia, o altura, a la qual no se puede llegar.

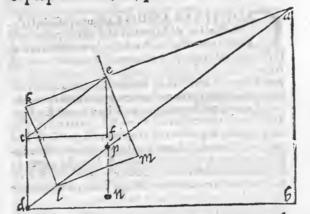
PVES Queriendo medir la distancia, b d, ò la altura, a b, estando el quadrado puesto en su pie, se leuante el lado, K c, de manera, que estando la pinula, D, en el ojo, passe la vista por la pinula, B, y se vea el punto, a: ha de caer del punto, e, vn perpendiculo, y del punto, K, otro: y en cada vno dellos enhilada vna cuẽta pequeña. Pues viẽdose (como està dicho) por las pinulas el punto, a, caeran los perpendiculos, c f n, K d g, como parece en la figura siguiente. La cuenta que està en el perpendiculo, K g, se vaya subiendo, o baxando por el hilo (estando el quadrado fixo) hasta

que poniendo la vista en ella, y passando por el angulo,l,del quadrado, se vea el punto,a. Y para que este rayo visual sea mas cierto,aura otra cuenta en el perpédiculo,e f n, la qual se subira por el hilo, hasta que el rayo visual passe por los tres puntos,d,l,p: y estandose assi fixo el quadrado, tomese, d c, ygual de, p e, que se hara facilmente. Si el perpendiculo, e n, se pusiere sobre, e m, se vera los puntos que contiene, e p; y otros tantos se pondran en,d c: y poniédo el perpendiculo,K g,sobre, K l, se sabra los puntos que tiene,K c. Pues digo, que las vezes que los puntos que tiene, K c, cupieren en K e,que otras tantas cabra,K d,en K a. Luego ya se sabe el rayo visual,K a,quantas medidas tiene de las que es,K d,vna.

Estandose el quadrado de la manera que se puso en la primera vista, del punto, e, al punto,c,se ponga vn hilo,que sera,e c. Sepase quantas partes,o puntos tiene el hilo, c e, de las que el lado del quadrado tiene 100. lo qual se sabra como se hizo en las passadas. Pues quantas vezes los puntos del lado,K e,

cupie-

cupieren en el lado, c e, tantas vezes cabrà K d, en el rayo visual, d a. Para saber la distancia, d b, y la altura, b a, se ponga vn hilo del punto, c, que venga perpendicular sobre el perpendiculo, e n, que caera en el pũto, f.



Pues sabiendo los puntos que tiene, c f, de los que el lado del quadrado tiene 100. las vezes que cupiere, K c, en, e f, tantas cabrà, K d, en, d b: y sabiendo los puntos que tiene, f e, se sabrà quantas vezes cabe, K c, en, f e, que tantas vezes cabrà, K d, en, b a. Pues queda sabido desta operaciõ la distan-

cia del plano,d b, y la altura de,b a, y los rayos visuales,d a,K a: y todo esto con vna sola estacion.

Demostracion de lo dicho.

CONSIDERANDO La figura passada,la demostracion desta pratica está clara, porque de los rayos visuales, K a,d a,y el perpẽdiculo, K d, se forma el triangulo,K d a:y tirando,e c,paralela de,p d, sera el triangulo, K c e, equiangulo del triangulo, K d a, por la segunda del sexto de Euclides. Y por la 4. del mismo,los lados serã proporcionales: y assi como se ha, c K, con,K e,en la misma proporcion se ha,d K,con,K a. Luego las vezes que cupiere, c K, en, K e, tantas cabrá, d K, en,K a,que es lo primero: y la proporciõ que tiene, K c, con,c e,essa tiene,K d,con, d a. Luego las vezes que cupiere,K c,en,c e,otras tantas cabra,K d, en, d a, que es lo segundo. Mas como se ha,K c,con,c e,assi se auia, K d, cõ d a:y alternadamente,como se ha,K c,con, K d, assi se ha c e,con,d a. Tambien como se ha,c e,con,c f,assi se ha,a d, con,d b:y alternando,como se ha, c e,con, d a, assi se ha c f,con,d b. Luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha,K c,con,K d,assi se ha,c f,con,d b.porque la vna y otra proporcion es como,c e,con, d a. Pues auiendose K c,cõ,K d,como,c f,con,d b,alternadamẽte,se aura,K c, con,c f,como, K d,con, d b : luego las vezes que cupiere K c,en,c f,tãtas cabra,K d,en,d b,que es lo tercero. Mas, como se ha,c e,con,c f,assi se ha,d a,cõ,d b,por ser los triãgulos,c e f, d a b,equiangulos: y alternadamente se aura c e,con,d a,como,e f,con,a b. Luego por la 11. del quinto

de Euclides, como se ha, K c, con, K d, assi se ha, e f, con a b, porque la vna y otra proporcion es como, c e, con d a: luego las vezes que cupiere, K c, en, e f, otras tantas cabra, K d, en, a b; y queda sabido lo quarto, que es la altura, a b. De suerte, que con sola vna estacion se sabẽ rayos visuales, distancia, y altura, cuya comun medida es la linea, K d, que es el interualo entre las dos vistas.

Para que esta medida se haga con mas precision, se requiere que el quadrado sea algo grande, que quãto mayor fuere se obrara con mas precision: y en el obrar ha de auer diligencia, guardando los preceptos del capitulo, como lo pide la demostracion: y con esto queda demostrado, como sin que interuengan numeros, con sola vna estacion se puede medir qualquiera altura, y distancia, que para muchas ocasiones que se pueden ofrecer, es de mucha importancia, principalmente en la guerra.

CAP. VII. En que se enseña a medir vna distancia de vn llano, con sola vna estacion, estando en vna parte alta.

SVELE Acontecer, que estando en lo alto de vn monte, se dessea saber la distancia de vn llano, y en semejante disposicion no ay lugar de hazer dos estaciones, porque la baxada del monte no da lugar de poderlas hazer, por no caer perpendicular al Orizonte: por lo qual es

de importancia poderlo medir con sola vna obseruacion. Pongamos que se aya de medir la distancia del llano, b d, estando en alguna parte alta, como, b a: y del punto, a, se quiere saber los passos que tiene la linea, b d, y tambien el rayo visual, a d. Assentado el quadrado en su pie, se ponga la pinula, B, a la vista, y passando el rayo visual por los agugeros de las pinulas, se vea el punto, d: y quedandose assi fixo el quadrado, la cuenta que està en el perpendiculo, K g, se suba por el hilo, hasta que llegue a tocar en el lado del quadrado, que sera en el punto, e. Puesta la vista por la cuenta, e, se enderece al punto d, y subase la cuenta que està en el perpendiculo, c n, hasta que el rayo visual que sale del punto, e, al punto, d, passe por ella, que sera en el punto, f. Bueluase, c f, sobre el lado, c m, y saberse ha quantas partes tiene c f, de las q̃ el lado del quadrado tiene 100. las quales partes se restaràn de las partes q̃ tuuiere, K e, y quedarà sabido las partes que tiene, h e, de las que son el lado del quadrado 100. Pues digo, que las vezes que las partes

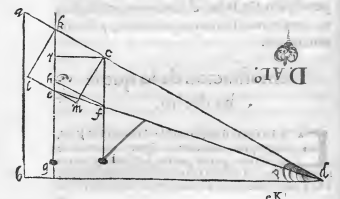
partes que tiene, h e, entraren en, h f, que es el lado del quadrado, que otras tantas entrarà la linea, e K, en el rayo visual, K d: y sabiẽdo, e K, que parte es de vna vara, o de otra medida, se sabra que tan grande es el rayo visual, que sale del ojo al punto, d. Para saber la distancia, b d, se ponga el hilo, c r, que vaya paralelo al Orizonte, lo qual se hara facilmente, si cayere perpendicular sobre, K g, este hilo, c r, se sepa quantas partes tiene de las que, K e, son 100. Digo que las vezes que entrare, h e, en, c r, que tantas vezes entrarà K e, en, d q, el punto, q, es donde cae el perpendiculo, K g, sobre el Orizonte, y assi, K e, es comun medida del rayo visual, y la distancia, q d.

Demostracion de lo que se ha dicho.

EN La figura siguiente, siẽdo el rayo visual, K c d, los perpendiculos caen en algunos rectos sobre el Orizonte, por lo qual son paralelos: y assi tomando, K h, ygual de, c f, si tiraremos, f h, sera paralela de c K: y por la 2. del sexto de Euclides, el triangulo, h f e,

es

es equiangulo del triangulo, K d e, y por la 4. del miſmo, los lados proporcionales: luego como ſe ha, e h, con h f, aſsi ſe ha, e K, con, K d: por lo qual, quantas vezen entrare, e K, en, h f, que es en el lado del quadrado, tantas vezes entrará, e K, en, K d. Luego eſtá ſabido el rayo viſual, K d, ſegun la medida, e K, que es lo primero que ſe auia de demoſtrar. Pues que, e h, con, h f, es como, e K, cō K d, alternadamente ſe aura, e h, con, e K, como, h f, con K d. Los triangulos, K r c, K q d, par la 2. del ſexto de Euclides, ſon equiángulos, porque, r c, es paralela de, q̃ d: luego por la 4. del miſmo, los lados ſeran proporcionales, q̃ como ſe ha, K c, cō, c r, aſsi ſe aura, K d, con, d q: y alternando, como ſe ha, K c, con, K d, aſsi ſe aura, c r, con, d q. Y porque, K c, h f, ſon yguales, diremos, que como ſe ha h f, con, K d, aſsi ſe ha, c r, con, d q: luego por la 11. del quinto de Euclides, como ſe ha, e h, con, e K, aſsi ſe ha, c r, con, d q, pues la vna y otra proporcion, es como, h f, con K d: y alternadamente, como ſe ha, e h, con, r c, aſsi ſe ha



e K,

e K,con,d q. Luego quantas vezes entrare,e h,en,r c,tantas entrarà,e K,en,d q. Por estar conocidas, e h, r c, se sabe quantas vezes entra,e h,en,r c,y assi se sabra las vezes que,e K,entrarà en,d q,y quedarà sabida la distancia, d q. segun la medida,e K, que es lo segundo que se propuso.

CAP. VIII. Como se sabe por este quadrado la altura del Sol sobre el Orizonte.

LEVANTADA La pinula que està junto al centro del Quadrante para el Sol, hasta que sus rayos entren por los agugeros de las pinulas; entonces se notarà donde corta el perpêdiculo en los lados del quadrado, y por los puntos que en qualquiera dellos cortare, por la tabla segunda,o de tangentes, se sabra su altura. Si el perpendiculo cortare en el lado n K,los grados que dieren en las tablas,es lo que el Sol està apartado del Zenit, que quitado de 90. quedarà la altura del Sol sobre el Orizonte. Exemplo, tomando la altura del Sol, el perpendiculo cortò. 55. puntos del lado, K i h, que buscados en la tabla segunda,o de tangentes, hallarè que me dan

 29 gra-

29.grados; y tanto estaua el Sol leuantado sobre el Orizonte. Es de aduertir, que quãdo se entra en la tabla fecunda, a buscar en el cuerpo de la tabla los 55.puntos, se han de quitar del numero que estuuiere en la tabla, cinco figuras de la mano derecha. La razon es, porq̃ el seno todo de la tabla, tiene ocho letras, y el lado del quadrado no tiene mas de tres. Pues corte el perpendiculo en el lado, n K, 60. partes, las quales buscadas en el cuerpo de la tabla fecunda, como està dicho, hallaremos que dà 30.grados.58.minu. y tãto està apartado el Sol del Zenit; que si los quitaremos de 90.quedaràn 59.grados y 2. minutos, y tanto està leuantado el Sol sobre el Orizonte.

Podria acontecer, que quando se toma la altura del Sol, que el perpendiculo no cortasse en el lado del quadrado en parte justa, entonces es necessario hazer otra diligencia para saber precisamẽte la altura del Sol. Pues quando esto sucediere, se vea donde corta el perpendiculo en el cuerpo del quadrado, por parte justa, alguna de las lineas

que son paralelas al lado, K H, y pongamos que cortò en, x, a la paralela 90. y tendremos el triangulo rectangulo, e z x: y el lado e z, es 90. y el lado, z x, 20. partes de las mismas. Pues si, e z, fuesse el seno todo, z x, seria la tangente del angulo, z e x. Pues por regla de proporcion diremos, quando, e z, es 90. z x, es 20. pero quando, e z, es 10000000. quantas sera, z x: multiplicando 20. que es segundo termino, por 10000000. que es tercero termino; y el producto partido por primero, que es 90. sera el quociente, 2222222. el qual buscado en el cuerpo de la tabla de las tangentes, en la coluna donde no aya mas de siete letras, y hallaremos que le responden 12. grados, y casi 32. minutos, y tanto es el angulo, z e x, que es lo que el Sol està leuantado sobre el Orizonte. Porque en las tablas pocas vezes se hallarà justamente, el numero que sale en el quociente, se buscarà el mas proximo, que no podra auer error de medio minuto: y si en esto se hiziere escrupulo, se tomarà la diferencia entre los dos numeros mas proximos al quociente, y

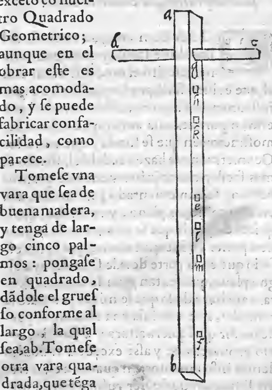
la diferencia que ay del quociente al numero proximo menor: y segun que la diferencia entre los dos numeros mas proximos al quociente, se huuiere con 60. asi se ha de auer la diferencia del quociente, y del numero proximo menor, con otro numero, que por regla de proporcion se vendra a saber; el qual son los segundos, mas que los minutos que responden al numero proximo menor al quociente: y desta suerte se tendra la altura del Sol muy precisa.

Por este quadrado se pueden saber otras muchas cosas, pertenecientes a Geometria, y Astronomia, como son cuerdas, y senos, tangentes, y secantes: pero aqui no es nuestro intento tratar desta materia, que en otra parte lo auemos hecho, sino solo de lo que toca a medir distancias, y alturas, segun queda dicho.

CAP. IX. Que enseña la fabrica y vso con su demostracion, del Baculo de Iacob.

COSA Bien antigua es el vso del Baculo de Iacob, y que algunos tienen escrito el modo de obrar con el, que es bien facil, por lo qual le tienẽ por instrumento de gente rustica: y no se si por esto, o porque hasta aora no he visto la demostracion en que se funda, que entre los Geometras no se haze caudal del, siendo el mas facil y cierto instrumento de quantos hasta oy se han inuentado para medir, assi en alto como en plano, y en ancho, qualquiera distancia que se ofrezca. Solo le pueden poner vn inconueniente, que es necessario que en la parte donde se mide, aya algun plano, que sea tan grande como la altura, o anchura de lo que se mide: pero esto se remedia, que con sola vna estacion se puede medir qualquiera altura y distancia, como prouaremos; y assi excede a todos los demas instrumentos, en quanto a estas tres medidas, pues qualquier rustico puede me-

dir con el, lo qual no hara con los demas, exceto cõ nuestro Quadrado Geometrico; aunque en el obrar este es mas acomodado, y se puede fabricar confacilidad, como parece.



Tomese vna vara que sea de buena madera, y tenga de largo cinco palmos: pongase en quadrado, dãdole el grues so conforme al largo, la qual sea ab. Tomese otra vara quadrada, que tẽga

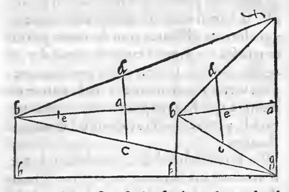
de largo dos palmos,que ſea,c d:y en la vara ab, ſe hagan vnos agugeros, como, g, e, f, ygualmente diſtantes vnos de otros,y la diſtancia ſea tan grande como la vara,c d:y los agugeros ſeran de ſuerte, que por ellos quepa la vara,c d,juſtamente.Y ha de entrar de manera,que hagã angulos rectos con la vara, a b, y con eſto eſtá acabada la fabrica del Baculo.

Por la comodidad de las medidas q̃ ſe pueden ofrecer,ſe harã otros agugeros debaxo del punto,g,y otros debaxo del pũto,e,q̃ del vno al otro aya la diſtancia de,g,haſta,e,q̃ es del tamaño de,c d,que es el tranſuerſario.

Vſo del Baculo.

PAra medir con eſte inſtrumento,ſe ponga la vara,c d,en vno de los agugeros, de ſuerte que tanto quede de vna parte como de otra.Pues queriendo medir la torre, f g, ſe ponga la vara, a b, de ſuerte que el punto, b, eſtè pueſto en el ojo: y mirando por los puntos, c,d, que ſon los eſtre-

mos



mos del tranſuerſario, ſe tiene de ver lo alto dela torre, que es el punto, f: y lo baxo, que es el punto, g: y pongo que eſto acontecio eſtando el que mide en el punto, h. Hecho eſto, ſe paſſe el tranſuerſario, c d, en otro agugero, tan diſtante del que ſe quita como el meſmo tranſuerſario: y vayanſe allegando a la torre, y mirando del punto, b, por los eſtremos del tranſuerſario, lo alto y baxo de la torre, como ſe hizo primero: y entonces pongo que el que mide ſe hallò en el punto, K: pues los pies, o paſſos q̃ huuiere entre, h K, es la altura de la torre.

Siguese

Siguese la demostracion desta pratica.

SEa en la figura siguiente la torre, a b, perpendicular al Orizonte. Sea el Baculo, e f, y el transuersario g K: y el segundo agugero, h, tan distante del primero como, g K. Pues midiendo la torre, a b, como està dicho, el que mide parò en la primera estacion, en el pũto, c, estando el transuersario en el agugero, f: y los rayos visuales son, e K a, e g b. Passado el trãsuersario al agugero, h, como se dixo, y tornãdo à ver la torre por los estremos del trãsuersario, el q̃ mide parò en el pũto, l, y los rayos visuales son, e n a, e m b. Las lineas, c e, l e, son yguales, porque son la altura del que mide: pues digo, q̃ el espacio, l c, es ygual a la altura, a b. Estiendase la linea, l e, hasta que corte el rayo visual, e a, que serà en el punto, q, y el rayo visual, e b, cortarà en el punto, i: pues siendo c e, l e, la altura del que mide, son yguales, y caen perpẽdicularmente sobre el Orizonte: luego, c e, l e, b a, son paralelas entre si. Y por la 2. del sexto de Euclides, c l, cõ l b, tiene la proporcion que, e i, con, i b: y la que tiene, e i, con, i b, essa tiene, e q, con, q a. Luego por la 11. del quinto de Euclides, la proporcion que tiene, e q, con, q a, essa tiene, c l, con, l b: luego conuertiendo, como se ha, a q, cõ q e, assi se ha, b l, con, l c: y componiendo, como se ha toda la linea, a e, con, q e, assi toda la linea, b c, con la linea l c: y como se ha, a e, con, q e, assi se ha, a b, con, i q. Luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha a b, con, i q, assi, b c, con, l c: pues entrambas son como, a e, con, q e. Pues aqui tenemos quatro lineas rectas proporcionales,

porque como se ha,b c,con,l c,assi se ha,a b,con,i q: luego por la 16.del sexto de Euclides, el rectangulo que se hiziere de,b c,que es la primera, por, i q, que es la quarta,sera ygual al rectangulo que se hiziere de,l c, por, a b, que son segunda,y tercera: y quede esto en la memoria.

Busquese en la linea, b c, vn punto, que poniendo el pie del compas en el, el otro passe por los puntos, c a, el qual sera el punto,o:y sobre este pũto, o, se haga el semicirculo,c a p:y tomese,b t, ygual de,b p. Tirese,t u, paralela de,b c,y sera el paralelo gramo,b c u t,ygual del quadrado,a b,por la vltima del segundo de Euclides. Resta aora prouar, que la linea, b t, es ygual de, i q, y quedará prouado, que el rectangulo que se haze de, b c, por, i q, es ygual del quadrado, a b. Para esto se estiendan las lineas,b e,t u, hasta que concurran,que sera en el punto, y: por el punto,y,se tire, A y z,paralela de, u c: y estiendase b c,hasta que se corte con, A y z,que sera en, z: y tomese y A,ygual de,z y:y del punto,A,por el punto,t,se tire la linea,A t,que passará por el punto,q,como luego se dira. Pues esto assi dispuesto,la proporciõ de,z l,con,l b,es como de,y i,con,i b,por la 2.del sexto: pues componiẽdo,como,z b,con,l b,assi,y b,con,i b, como, y b, con,i b: assi,y t,con,x t: por lo qual como,z b,con,l b,assi,y t,con x t:y tambien,A t,con,q t. Y por la 4. del sexto, como se ha,b z,con,z y,assi,b l,con,l i: y permutando, como z b, con,l b,assi,z y,con,l i: y como,z b,con, l b: assi era, y t, con,x t:y como,y t,con,x t,assi,y A, con,x q. Luego por la 11.del quinto, i l, q x, son yguales. Pues añadiendo a cada vna la cantidad comun,i x,serã yguales,l x, i q. Teniamos,que,l x, es ygual de, b t, luego, i q, sera ygual de b t. Por tanto siendo tres lineas,A y,i q,b t, yguales y paralelas;y passando,y b,por el punto,a,tambien,A t, passará por el punto,q. Teniamos prouado,que el rectangulo

que se hazía de c b,por, i q, era ygual del rectá gulo que se hazia de, c l, por a b:luego el rectágulo que se haze de,c l,por a b,es igual del rectágulo que se haze de, c b, por, b t. Pues b t, es ygual de i q, y el rectangulo que se haze de, c b, por b t,es ygual del quadrado, a b: luego, a b, l c, son yguales, q̃ es lo q̃ se pretendia prouar.

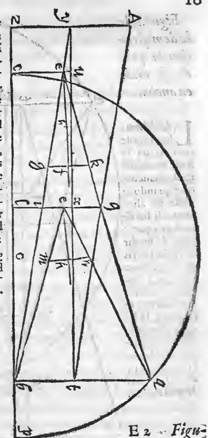
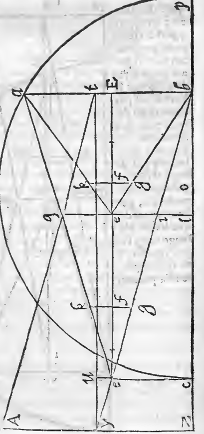


Figura de la demoſtracion de quãdo ſe mide en ancho.



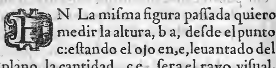
LA Miſma figura, y demoſtracion ſe haze quando ſe mide en ancho, que quando ſe mide en alto: como ſi fueſſe la altura que ſe tiene de medir a b, ſe haran las miſmas eſtaciones que ſe hizieron midiẽdo en alto, y ſe formarà la figura, ſegun ſe dixo en la paſſada, y las lineas lo mueſtran; y aſsi es la miſma demoſtracion.

CAP. X. Como en el Baculo de Iacob se puede medir la distancia de vn plano con sola vna estacion.

EN La figura precedente, pongo que quiero saber la distancia, c b: para esta operacion es necessario, que el Baculo, e f, se ponga paralelo al Orizonte; lo qual se hara si del punto, f, se colgare vn perpendiculo, el qual venga por medio del transuersario, f g: y estando el Baculo en esta disposicion, del punto, e, que es donde está el ojo, se vea el punto, b, de tal suerte, que el rayo visual, e g i b, passe por el estremo del transuersario, que pongo que passò por el punto, g: y para que passe por este punto, es necessario que salga mas, o menos el transuersario, para que el rayo visual passe por su estremo. En esta medida tengo conocido la parte del transuersario, f g, y lo que ay del punto, f, al punto, e: y tambien està conocida, b E, que es ygual de, c e, porque e E, es paralela de, c b, y, e c, es perpendicular sobre, c b. Pues por la 4 del sexto, como

ſe ha,f g,con,b E,aſsi ſe ha,e f,con,e E. Pues eſtan conocidas primera, ſegunda, y tercera cantidad,conocerſe ha la quarta,e E, (ſiguiendo la regla de proporcion) que es ygual de ,c b, y la diſtancia que ſe queria ſaber. La linea,c e,ſe preſupone que es la altura del que mide , y eſta ſe puede tener ſabida:y ſi quiere poner vn palo,o otra coſa que haga el miſmo efeto , ſera vna miſma coſa. Eſta operacion es muy vtil y neceſſaria, por que muchas vezes acontece no auer lugar de hazer dos eſtaciones.

C A P. X I. Como ſe puede medir con eſte Baculo la altura de qualquiera coſa que no ſe puede llegar a ella,con ſola vna eſtacion.



N La miſma figura paſſada quiero medir la altura, b a, deſde el punto c:eſtando el ojo en,e,leuantado del plano la cantidad , c e , ſera el rayo viſual, e K a, y el radio, e f, el qual ſe tiene de poner paralelo al Orizonte , como ſe dixo en el capitulo precedente : y tambien paſſarà

el

el rayo viſual por el eſtremo,K, del tranſuer ſario,y ſe vera el punto,a.En eſta medida ſe forma el triangulo rectangulo, e E a, y el triangulo, e f K, los quales ſon equiangulos: por lo qual como ſe ha,e f,con,f K,aſsi ſe ha e E,con,E a.Las tres cantidades ſon conocidas,que ſon,e f,f K:la tercera, e E,ſe ſupone por el capitulo precedente: luego por regla de proporcion ſaberſe ha: E a, eſtà ſabida por la paſſada,b E: luego ſabeſe, b a, que es lo que ſe pretendia.

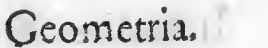
CAP. XII. En que ſe pone vna fabrica de vn niuel con que ſe niuela qual de dos lugares eſtà mas alto: y juntamente ſe ſabra la diſtancia que ay entre entrambos.

HAGASE El circulo, a b c d, cuyo centro es, e: tirenſe los diametros a c,b d, que diuidã el circulo en quatro quadrãtes: partaſe el ſemidiametro, c e, en diez partes ygualos: y poniendo el pie del compas en, c, ſe deſcriuan circulos que paſſen por las diuiſiones, y paren en la circunfe-

cunferencia del circulo, a b c d. Deſpues del punto, a, ſe tiren lineas, haſta donde las circunferencias que ſe deſcriuieron del punto, c, cortan la circunferencia del circulo a b c d. Deſpues del punto, a, ſe tiren las lineas, a b, a d, que ſeran los braços del niuel: tomeſe, a l, a m, que ſean yguales, y tireſe, l m, y eſta ſera la traueſia del niuel: y donde cortaren las lineas que ſe tiraron del punto, a, a eſta traueſia, ſe ponen las medidas que mueſtran la altura de vn punto a otro, la qual ſe ſeñale con ſus numeros, como parece en la figura.

Quando ſe tiene de hazer eſte niuel, ſe buſque vna pared muy liſa y llana, en la qual ſe hara el circulo, a b c d, que tenga por lo menos diez pies de diametro, en el qual ſe obrarà como aqui auemos dicho, partiendo el ſemidiametro, c e, en diez partes yguales, que cada vna ſera medio pie; y otro tanto valdra cada diuiſion de la traueſia, l m. Cada vna deſtas diuiſiones ſe puede diuidir en 20. partes, de la ſuerte que ſe ha hecho en las diez. Porque con mas preciſion ſe haga

la



la aniuelacion,los braços,a b,a d,se haran de manera,que de la vna punta a la otra no excedan los diez pies:y la trauiessa, l m, quanto mas cerca se pusiere de los pũtos,b d,sera mejor,porque seran mayores las diuisiones.

F La

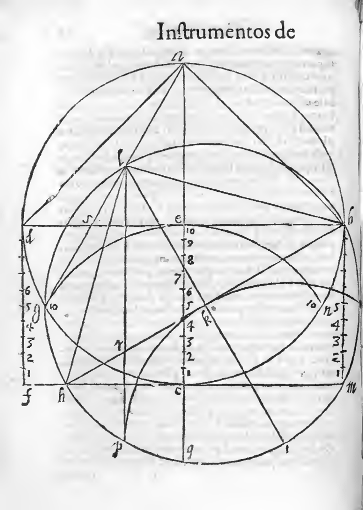
La fabrica deſte niuel he viſto en algunos libros, pero no la demoſtracion, y aſsi me parecio, que para quien le fabricare por eſte modo, que ſeria bien poner la demoſtracion, para ſatisfaciõ del que obrare cõ el.

CAP. XIII. En que ſe pone la demoſtracion del niuel que ſe ha deſcripto.

SEA El circulo de la figura ſiguiente, a b c d, ygual del circulo, a b c d, de la figura precedente: tirenſe los diametros, a c, b d, que diuidan el circulo, a b c d, en quatro quartas yguales, y cortarſe han en el centro, e: tirenſe las lineas, a b, a d, que ſerã los braços del niuel de la primera figura. Pongamos q̃ aniuelando algun plano, el perpendiculo q̃ cae del pũto, a, cortò por la poſtrera diuiſion q̃ es diez: y hizo el angulo, c a g, que es el de la inclinaciõ del perpendiculo, con la linea, a c: Hagamos otra fabrica de otro niuel, que con euidencia veamos los pies que eſtã mas baxo el vn punto que el otro, de los que ſe aniuelan.

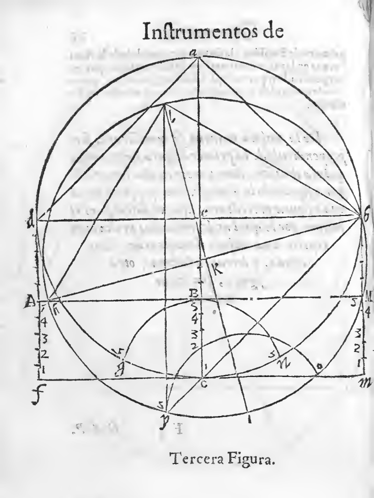
De los puntos, b d, ſe tiren las lineas, b m, d f, que ſean paralelas, y yguales de, e c: y del punto, f. al punto, m, ſe tire la linea, f m, que tocarà en el punto, c: pues la linea e c, eſtà diuidida en 10. partes yguales, otras tantas valdra cada vna de las lineas, f d, m b. Eſto aſsi hecho, ſe ponga la vna punta del compas en el punto, b, y la otra en el punto, d: y con eſta abertura, eſtando fixo el pie del compas que eſtà en, b, ſe deſcriua la circunferencia, d h, que

cortarà la linea, m f, en, h: tirese la linea, b h, la qual se parta por medio en el punto, K, sobre el qual se descriua el circulo, b l h m, que sera ygual del circulo, a b c d: partase por medio el semicirculo, b l h, en el punto, l: tirese el diametro, l K i: tambien se tire, l b, l h, y seran los braços del niuel, sobre el diametro, b h: de manera que el niuel, b l h, es ygual del niuel, b a d. Pues aniuelando vn plano, estando la vna punta del niuel en, b, y la otra en, h, en la linea, m f, cosa euidente es que el plano, b d, està mas alto que el plano, m f, las diez diuisiones que estan en la linea, f d. Passemos adelante, y sepamos porque parte cortarà el perpendiculo que cae del pũto, l: para lo qual poniendo el pie del compas en, c, y el otro en, e, se descriua la circunferencia, n e g: y cõ esta mesma abertura, poniendo el pie del compas en, i, se describa la circunferencia, o K p. Pues las circunferencias, n e g, o K p, son yguales, y estan partidas por medio: en los puntos, e, K, sera el arco, i p, ygual del arco, c g: del punto, p, al punto, l, se tire p l: y sera el angulo, i l p, ygual del angulo, c a g, por la 21. del tercero de Euclides. Pues si la linea, l p, fuere paralela de, a c, estara prouado que el niuel, b a d, hecho por la fabrica de la primera figura de la misma inclinacion, que el niuel, b l h. Tirese, p c, b e, las quales hazen vna linea recta: los angulos, m c b, e c b, cada vno es medio recto: y por la 15. del primero de Euclides, el angulo q c p, es ygual del angulo, b c e: y siendo el angulo, q c h, recto, sera el angulo, p c h, medio recto, el angulo, e c h, es recto: luego los dos angulos, b c e, p c h, hazen vn recto: luego la linea, p c, y la linea, b c, hazen con la linea e c, dos angulos rectos. Luego por la 14. del primero de Euclides, la linea, b c, con la linea, c p, hazen vna linea recta. Los angulos, b c a, b p l, cada vno es medio recto, por estar sobre quadrantes de circulos: luego por la 28. del


a
l
b
s
e
d
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
g
10
k
n
r
f
h
c
m
p
q
t

primero de Euclides, la linea, a c, es paralela de la linea l p, que en las aniuelaciones han de ser paralelas, por ser perpendiculos: por lo qual, K r, sera ygual de, e s, que es donde cortan los perpendiculos a las trauiessas de los niueles.

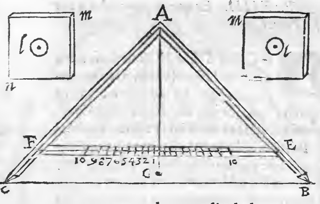
De la misma manera se demostrarà, si el perpendiculo de la primera figura cayere en la quinta diuision, como parece en esta tercera figura, siguiendo la demostracion que se ha hecho en la figura precedente, que el discurso es el mismo: por lo qual no seremos mas prolixos en repetir vna misma demostracion. Las lineas, y letras en la vna y otra figura, son vnas mismas.



Tercera Figura.

CAP. XIIII. En que ſe pone el vſo del Niuel.

HECHAS Las diuiſiones en la trauieſſa del niuel (como auemos enſeñado) por la ſegunda, o primera manera, aunque por mas cierta tengo la ſegunda, ſe hara el niuel en la forma ſiguiente. Poniendo las puntas de azero, porque no ſe gaſten: y quando ſe huuiere de vſar del, ſe haran dos tablas como, m n, que tengan vn palmo en quadrado; y en medio de cada tabla, como en el punto, l, ſe pôdra vna chapa de hierro, y en eſtas chapillas ſe tiene de aſſentar el niuel, ſiempre en vn miſmo pūto. Eſtas tablas ſe yran mudando, como ſe fuere aniuelando, teniendo cuenta con los niueles que ſe fueren tomando: y en cada niuel que ſe tomare, ſe vea el perpendiculo en que parte de la trauieſſa corta, porque ſi cortare en la trauieſſa del niuel, en la numeracion de la parte traſſera, es ſeñal que la punta delantera eſtà mas alta. Pues a cada niuel que ſe tomare, ſe aſſentaràn los pun-



tos que cortare el perpendiculo:los que cortare en la parte traſſera , ſe aſſentaràn en vna parte; y los que cortare en la parte delantera,en otra.Acabada la aniuelacion , ſe ſumen los de cada parte por ſi , y reſteſe el mayor numero del menor,que lo que quedare es lo que el vn lugar de los que ſe aniuelan,eſtà mas alto,o mas baxo que el otro : ſi los puntos de la parte traſſera fueren mas que los de la delantera, eſtà mas baxa que la parte delantera . Y pues eſtas ſon coſas claras,no me detengo mas en eſto.

SIGVE-



SIGVESE VN TRATADO DE CONDUZIR aguas de vn lugar a otro, coſa bien importante para los que tratan de ſemejante oficio.

VITRVVIO En el libro octauo, en el Prohemio, trata de la neceſsidad que tiene la vida humana de la agua, y cuenta, que Talès Meleſio, vno de los ſiete Sabios, dixo, que el principio de todas las coſas, era el agua. Heraclito dixo, que era el fuego. Otros ſabios dixerõ, q̃ era el agua, y el fuego. Euripides dixo, que el ayre, y la tierra con la lluuia del cielo, engendrauan todas las coſas. Pitagoras, y Empedocles, y otros Filoſofos,

dixeron, que en todas las generaciones concurren, ayre, fuego, tierra, y agua, como es aſsi verdad: y aſsi no ay coſa debaxo del cielo de la Luna, que no participe de los quatro elementos; vnas tienen mas de vno que de otro elemento. Y porque eſte lugar no es para filoſofar deſtas coſas, ſolo trataremos ſumariamẽte, lo que pertenece al agua.

CAP. XV. Que trata el modo que ſe deue tener en buſcar el agua donde no eſtuuiere deſcubierta.

QVANDO El agua es patente, y que corre, no ay neceſsidad ſino de hallar el modo de como ſe tiene de lleuar al lugar donde ay neceſsidad della, como adelante diremos. Pero ſuele acontecer, que debaxo de la tierra eſtan las aguas ocultas, y que eſtas ſe pueden deſcubrir por algunas ſeñales que ſe veen en la ſuperficie de la tierra. Eſtas aguas que eſtan debaxo de la tierra, algunas vezes eſtan junto a la ſuperficie, y otras mas profundas: las que eſtan junto a la ſuperficie, deſtas ſon las ſe-

ñales

ñales que se veen en la superficie de la tierra. Pues si queremos conocer estas señales, se hara assi: Pongase vn hombre en el suelo boca a baxo, y assentãdo la barba sobre vn ladrillo que estè en el suelo, encamine la vista por encima la superficie de la tierra, y dõde viere que salen vnas como neblinas, alli està cerca la agua. Esta obseruacion se tiene de hazer antes que salga el Sol, en tiempo sereno, y en el mes de Agosto.

Tambien se haze otra prueua, q̃ cauando en la tierra, y haziendo vn hoyo de tres pies de hondo, y poniendo en lo baxo vn vaso de tierra, que no estè cozido, y dexandole en el hoyo vna noche, y cubriendo el hoyo con tablas, si a la mañana el vaso estuuiere mojado, o deshecho, es señal que alli cerca està el agua. Tambien en lugar del vaso se suele poner vn vellon de lana, que si huuiere agua cerca, el vellon se hallarà en la mañana mojado. Otras muchas señales se suelen poner, pero estas bastan para conocer si ay agua. Tambien encima de la tierra donde ay agua, suelen nacer juncos, y otras

yeruas, que se crian en partes humidas.

Como toda la tierra, alomenos en la parte que es cercana a la superficie, estè bañada con agua, porque si assi no fuesse no fruticaria, pero en vnas partes està mas cerca de la superficie que en otras, como en los montes, a causa que el Sol no hiere con sus rayos, con tanta fuerça como en las partes baxas, y campos llanos: y assi en las partes montuosas, es muy ordinario auer muchas fuentes, y en los valles que estan cerca dellos, porque de lo q̃ estila de las partes altas, viene a rebentar en los valles: mas en los campos llanos, por herir alli los rayos del Sol cõ mayor vehemencia, hazen que se exalen los vapores humidos, y la tierra se va comprimiendo, y cerrandose sus poros, lo qual es causa de no dar lugar al agua que anda por las venas de la tierra para que pueda brotar, sino que va buscando la parte mas flaca y porosa, para rebentar por alli. Algunas vezes vemos, que en partes muy llanas rebiẽtan fuentes: acontece esto quando de diuersas partes han concurrido venas de agua, y encon-

encontrandose vnas con otras resurten a la superficie de la tierra. Estas aguas que manan en tierras llanas, de ordinario son pesadas y gruessas, porque como alli caliente el Sol con mas rigor, vanse exalando los vapores humidos: y como estos vapores que leuanta el Sol con su calor, sean las partes sutiles y delgadas, queda lo gruesso y terrestre: y assi de ordinario estas aguas campestres, son salobres y mal sanas. Al contrario, las fuentes que nacen en los montes, tienen el agua dulce y delgada, porque alli el calor del Sol es mas moderado, y no se exalan los vapores sutiles y delgados del agua, y assi son mas saludables, y apazibles al gusto.

No hieren los rayos del Sol en las partes altas con tanta fuerça como en los llanos, porque las partes altas participan mas del ayre fresco, y tambien los rayos del Sol hieren en los montes mas al soslayo, y obliquos: y demas desto, las arboledas que ay en ellos, defienden el calor; y con esto no se leuantan los vapores sutiles, y la tierra queda muy porosa, y con facilidad rebienta el agua

que viene por las venas de la tierra. Mas los llanos, como no participan tanto del ayre freſco, y los rayos del Sol hieren mas derechamente, y no ay arboles que defiendan el calor del Sol, eſtà la tierra mas dexugada de vapores humidos, por lo qual eſtà mas cerrada de poros, y no da lugar a las venas del agua para poder correr.

Otra razon hallo para que en los montes broten mas fuentes que no en campos llanos, porque como auemos dicho, los montes ſon poroſos, y tienen concauidades, en las quales ſe engendran vientos, y eſtos, por la virtud del Sol ſe van haziendo raros, lo qual es cauſa que no quepan en los lugares donde eſtan, y procurando ſalir, rompen la tierra por donde hallan la parte della mas flaca, y con eſte impetu lleua el agua circunuezina, y rebienta con el ayre: y vna vez hecho curſo, ſe va llamando vno a otro, y queda hecha fuēte. Mas en los campos llanos, como la tierra tenga cerrados los poros, por las razones dichas, no puede rebentar ſino con mucha fuerça, por lo qual va

cami-

caminando por las venas de la tierra, hasta que halla dispoſicion en ella para poder brotar: y de aqui viene auer pocas fuentes en tierras llanas.

CAP. XVI. En que ſe trata quales aguas ſean mas ſaludables, y apazibles al guſto.

ENTRE Todas las aguas ſe tiene por mejor la llouediza, auiendo eſtado repoſada en la ciſterna: la cauſa que dan, es, que aquella agua auiendola leuantado el calor del Sol en vapores ſubtiliſsimos, y ſiendo mouida en el ayre, a cauſa de los vientos, y deſpues eſpeſſandoſe con el frio que eſtà en el, viene a caer en la tierra delgadiſsima, y ſin mal olor y guſto; como le ſuelen tener algunas fuentes: porque el agua para ſer buena, no ha de tener olor, ni color, ni ſabor, ni coſa que ofenda al guſto, ni al eſtomago: ha de ſer clara, ſutil, y delgada. Sueleſe prouar, moxãdo en ella vn lienço delgado, muy limpio, y antes que ſe moxe, ſe peſe muy al juſto, y auiẽdoſe moxado

ſe

ſe ponga al Sol, haſta que eſtè muy bien ſeco, y tornarle a peſar, que ſi peſare mas que antes que ſe moxaſſe, ſerà ſeñal que el agua tiene alguna terreſtridad. Otras prueuas ſuelen hazer, pero eſta es muy cierta.

Trata Vitruuio, en el capitulo tercero del octauo libro, que ay algunas fuentes que tienen el agua de contino, y en qualquiera tiempo caliente, y que es de buen ſabor, y ſuaue al beuer. Deſta calidad ſon las fuentes que ay en Lisboa, de que beue toda la ciudad, que ſiempre manan el agua caliente, la qual deſpues de fria es muy dulce y ſaludable. La cauſa de ſalir calientes, es, que vienen por venas de la tierra que ſon muy vezinas a mineros de çufre, pero no paſſan por ellos, y aſsi ſalen calientes, y ſin ningun mal ſabor. Ay otras fuentes, que tambien ſalen caliẽtes, pero la agua es de mal ſabor y olor. Otras, que la agua es agria, pero no huele mal, como vna que eſtà en Almagro, que ſe beue muy bien, y haze buena digeſtion. Las fuentes deſta manera, paſſan por las venas de la tierra, donde ay minero de piedra alum-

alumbre,caparrosa,y otros betunes de que saca la agua todos estos accidentes. Suelen ser algunas destas aguas muy medicinales.

Ay otras fuentes en excesso calientes,como las Burgas de Orense en Galizia, que he visto pelar en ellas manos de vaca, y carnero;y si es necessario cozer la vaca,es bastãte el calor que tiene. El agua destas fuentes es salada,que para massar el pan con ella no le echan sal, pero a falta de otra se podria beuer. El venir tan caliente esta agua, deue ser, que passa por algun Bolcan de çufre. Pone Vitruuio en este capitulo, propiedades de muchas fuentes, que por no ser cosa que aqui tratamos de proposito,no las pongo,solo se tiene de aduertir, que quando se pretendiere traer alguna fuente para que se beua en la ciudad, que primero que se ponga en execucion,se hagan prueuas de la agua,si es saludable,o tiene alguna mala calidad.

(?)

CAP. XVII. Que trata de como ſe tienen de aniuelar los caminos por donde ha de correr la agua, y de los inſtrumentos que para eſto ſon meneſter.

LO Primero ante todas coſas, ſe tiene de conſiderar, ſi la fuente que ſe quiere traer a la ciudad, tiene corriente ſuficiente para podervenir. Quatro caſos, o diferencias de camino ſe puedẽ ofrecer en qualquiera camino, por donde ha de venir la agua: Vno es, quando el nacimiento de la agua ſe vee con euidencia, que eſtà masalto que donde ha de venir a manar, y que no tiene que ſubir cueſta, deſpues que eſtè en lo baxo: y en tal caſo no ay para que gaſtar tiempo en aniuelar el camino. Puedeſe ofrecer otro caſo, que el nacimiento de la agua eſtè en vna parte alta, y ꝙ de alli tiene de baxar a vn valle, y tornar a ſubir a otra parte alta, dõde ha de ſer el manadero. Otro caſo ſe puede ofrecer, que ſiẽdo el nacimiento de la agua en vn valle: y el manadero ha de ſer en otro valle, y entre

el nacimiento, y el manadero ay vna cuesta. Tambien se puede ofrecer, que el nacimien to de la agua sea en vn llano, y el manadero tambiẽ està en el mismo llano, y ay mucha duda qual d̃ los dos lugares està mas alto. De todos estos quatro casos se dira de cada vno en particular, enseñãdo los inconueniẽ tes q̃ puede auer, para impedir lo q̃ se pretẽde: y el remedio que se deue tener para euitar los tales inconueniẽtes, y el gasto q̃ muchas vezes se haze, sin dello sacar fruto. De algunos accidẽtes, q̃ son generales a los quatro casos, se dira de cada vno en su lugar, cõ la mas breuedad y claridad que ser pudiere.

Quanto al primero caso, bien poco ay que dezir, porq̃ teniendo la agua la corriẽte tan conocida, no ay sino hazer su encañado, que si en la cuesta no ay algunos inconuenientes, que sea necessario que la cañeria venga dando bueltas, la agua vendra al manadero con facilidad. Mas si a caso es necessario que el agua venga dando bueltas, se guardarà esta orden. En cada codo que hiziere la cañeria, se deue de hazer vna arca

en que deſcanſe la agua,porque de otra manera,ſi el camino fueſſe largo, ſerian cauſa los codos de que rebẽtaſſe la cañeria. Tambien es de aduertir en eſte caſo,ſi el camino es largo,entõces aunque no aya neceſsidad de hazer las bueltas q̃ auemos dicho, tambien es bien que ſe hagã eſtas arcas, que ſiruen de dos coſas. La vna es, que deſcanſa la agua en ellas, y no trabaja tanto la cañeria. La otra es,que quando por alguna cauſa ceſſaſſe de correr la agua, por eſtas arcas ſe conoce luego en q̃ parte eſtá el daño, y ſe remedia cõ facilidad, ſin deshazer el edificio. Adelante ſe dira de q̃ materia ſon mejores los caños, y de las coſas tocãtes al edificio.

El ſegundo caſo es, quando la agua nace en parte alta, y ha de baxar a lo hondo de vn valle, y ha de tornar a ſubir a otra parte alta. En eſte es neceſſario, que el artifice tenga mucha conſideracion de mirar, ſi la baxada y ſubida, ſon muy largas, que ſiendo aſsi, ha ſe de vſar de artificio, porque con la encañadura ordinaria, no vendra la agua al manadero, aunque eſtê mas baxo que el naci-

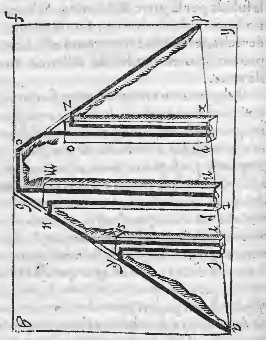
nacimiento, ſino que rebentaràn los caños por muchas partes. La razon deſto es, que como la agua es graue, y peſada, aſsi la que baxa por la cueſta como la que ſube, ſiempre eſtan cargando para el centro; y ſiendo la baxada y ſubida muy larga, y toda la cañeria eſtà llena de agua, es grãde el peſo de vna y otra parte: y cargãdo ſobre la cañeria que eſtà en lo mas hondo, y no pudiendo ſufrir tanto peſo, viene a rebentar: pues para preuenir a eſte inconueniente, ſe tomarà el ſiguiente remedio. Tambien en eſte caſo ſe tiene de conſiderar, ſi la cañeria ha de hazer bueltas, como ſe dixo en el caſo paſſado, porque en el codo donde haze la buelta, es neceſſario ſe haga vna torre tan alta, poco menos que el nacimiento de la agua, y por ella arriba ſe vaya proſiguiendo la cañeria, haſta q̃ mane en lo alto de la torre, y la agua ſe recoxa en vna pila, de dõde torne a baxar la cañeria haſta el pie đ la torre: y de alli proſiga otra vez la cañeria haſta otra torre, y ſuba la agua como en la primera, y torne a baxar; y deſta ſuerte ſe lleuarà đ torre en torre,

haſta llegar al manadero. Puede acontecer, que del nacimiento de la agua haſta lo hondo del valle, y la torre que ſe tiene de hazer cerca de lo hondo del valle, ſer muy alta; y lo meſmo la de la ſubida: y para remediar la carga de la agua que eſtà en la cañeria de las torres, ſeria bien, que de las dos mas cercanas a lo hondo del valle, de la vna a la otra ſe hizieſſen arcos por donde fueſſe la cañeria. Ay acerca de la altura deſtas torres que aduertir, y es, que ſe tiene de aniuelar que tantos pies eſtà mas alto el nacimiento que el manadero: y eſte exceſſo ſe tiene de partir por todas las torres que huuiere del nacimiento al manadero, y a cada vna ſe le darà lo que le cupiere de aquel exceſſo mas baxa que la otra, començando de la que eſtà junto al manadero. Ay otra coſa que aduertir, que ſi la cantidad de la agua fuere mucha, ſe lleue por dos caños, porque ſe reparta el peſo, y los caños no tengan mas hueco de quanto fuere meneſter, para que deſcanſadamente pueda caber la agua, que todo eſto ſe haze para aliuianar el peſo de la agua.

Como ſe fueren haziendo las torres, ſe puede començar a echar la agua, que en la primera y ſegunda torre ſe verá el efeto que haze. Eſtas torres ſe haran de ladrillo, con la ſubida por la parte de adentro. Si la agua no huuiere de dar buelta, ſino yr camino derecho, ſe hará las torres como eſtá dicho, poniendolas en moderada diſtancia vnas de otras.

Pongamos vn exemplo con que ſe entienda mas claro lo que auemos dicho: Sea en la figura ſiguiente la cueſta, a b, y en lo alto della, que es el punto, a, ſea el nacimiẽto de vna fuente: y pongamos que ſe quiere lleuar al punto, d, que eſtà en lo alto de la cueſta, c d: y el camino por donde auia de venir, es, a b c d: y aunque el pũto, d, eſtà mas baxo que el punto, a, donde es el nacimiẽto de la agua, ſi las cueſtas, a b, d c, fueren muy largas, la agua no ſubirà al punto, d. La razon deſto es, que la agua que eſtà en la cañeria que ay del punto, a, al punto, b, ſiempre eſtà eſtribando para el punto, b: y lo miſmo haze la que eſta en la cañeria c d, que aunque la que eſtà en, a b, eſtà comprimiendo a la que eſtà

en,c d: pero ella como graue, eſtà reſiſtiendo y haziendo fuerça contra la que eſtà en, ab: y a eſta cauſa, toda la cañeria de vna y otra parte, eſtà llena de agua, por lo qual ſe haze tanta



fuerça en la cañeria que està entre, c b, que aũque sea muy rezia rebienta. Pues para remediar este daño, es necessario vsar de artificio, como queda dicho, y para disponer las torres de suerte que la agua haga el efeto q̃ se puede: para lo qual se mediran las alturas que tienen, assi el nacimiento de la agua, como el manadero, lo qual se hara con el quadrado que enseñamos. Pongamos que, c b, es el Orizonte, sobre el qual imaginemos, que del punto, a, cae la perpendicular, a l g, que seria la altura del pũto, a: y lo mismo de la altura del punto, d, q̃ seria la perpendicular, d f: estiendase la linea, f d, hasta que sea tan alta como, a b, que sera al pũto, h: tirese, a h, tambien se tire, a d, y la linea, a d, fuera el corriente que tuuiera la agua si viniera por tierra llana. Pues han se de fabricar las torres, que puestas en los lugares conuenientes toquen con lo alto dellas en la linea, a d. Si del nacimiento del agua, que es el punto, a, se viera el manadero, puesta vna regla en el punto, a, de suerte que echando la vista por la regla, y viendo el manadero, d, que las torres se auian de leuantar, hasta que la vista que

passa por la regla tocasse en lo alto del edificio, pero no auiendo lugar esto, se procederà de otra manera, para que el edificio de las torres no exceda de la linea, a d, ni quede màs baxo: lo qual se hara como se sigue.

Medida la altura del punto, a, con el quadrado (como està dicho) se conocen los lados del triangulo, a b g: y de la misma manera los lados del triangulo, d f c: y tambien se conoce la distancia, g f. Pues està conocida la altura, d f, se reste de, a g, y quedarà conocida, d h. En el triangulo, h d a, estan conocidos los lados, d h, a h, con el angulo recto, d h a: luego conoceremos el lado, d a, que pongamos es, 1500 pies de los que, d h, eran 200. y de los que, a g, 1000. Y tambien conoceremos el angulo, d a h, en el triangulo, a b g: tambien se conocera el angulo b a g, pues se conocieron sus lados. Pues restādo los angulos, b a g, d a h, del angulo recto, g a h, quedarà conocido el angulo, K a l. Pongo que quiero que la primera torre venga a dar lo alto della en la linea, a d, a los 300. pies del punto, a: tirese, l K. por vn lado de la torre, y sea, a l, 300. pies. En el lado, a l K, està conocido el

lado

lado, a l, con los dos angulos, K a l, a K l, porque el angulo, K a l, le acabamos de conocer: y el angulo, a K l, es ygual del angulo, g a b, porque l K, lado de la torre, es paralelo de, a g: luego conocerſe han los lados, l K, a K. Pues midanſe los pies que tiene el lado, a K, començãdo del punto, a; lo qual ſe podra hazer con el niuel que atras enſeñamos, y donde feneciere el numero, alli ſe pondra la primera torre, y ha de ſer tan alta como ſe hallò q̃ tenia pies el lado, K l. Deſta manera ſe podra medir la altura de las demas torres, y los lugares donde ſe tienen de fundar, que eſto ha de quedar a la diſcrecion del Artifice. Pues viniendo la agua de ſu nacimiento por el caño, a K, ſe tiene de encaminar por la torre arriba, haſta lo alto de lla, y alli ha de manar en ſu pila, y tornarſe a baxar por el otro caño, que eſtarà mas baxo que el manadero, como dos dedos: y tornarà a ſubir por el caño, u t, de la ſegunda torre, y baxarà como en la primera, y deſta ſuerte ſe yra lleuando de torre en torre, haſta llegar al manadero.

Es de aduertir, que ſi el nacimiento de la

agua excediere en mas altura al manadero, que quepa mas de vn pie de corriente a cada cien pies, que ſegun el demas exceſſo ſe pueden abaxar las torres que eſtan junto a lo mas hondo del valle. Como en eſte exemplo que auemos pueſto, el nacimiento de la agua eſtà mas alto que el manadero, 200. pies, y la linea, d a, era 1300. pies, pongamos que la ſegunda torre u t, eſtaua apartada del punto, a, 500. pies: luego quedaran del punto, t, al manadero, 800. Segun Vitruuio ſe le da a cada 100. pies medio pie de corriente: pero porque en ſemejante edificio ſe le puede dar vn pie a cada cien pies, luego para los 400. pies de camino, tiene meneſter quatro pies de corriente. Eſto aſsi entendido, ſe mida la torre, b t, como eſtà dicho: y en eſta altura ſe tome la altura de, f d, con mas quatro pies, que el camino que ay del punto, t, al manadero, d, tiene neceſsidad de corriente, y aſsi ſera la corriente de la agua como mueſtra la linea, d q: y deſta ſuerte la torre, u t, vendra a ſer mas baxa la cantidad, q t, y la torre, o p, ſera tambien mas baxa.

Hazenſe eſtas torres para quebrantar la fuerça

fuerça de la agua, que diximos que era la causa de rebentar la cañeria, porque claro està que el camino, a b c d, que es mas largo que el camino, a u t, y asi hara mas fuerça la agua que està en la cañeria, a b c d, que no la que està en a u t. Tambien el camino, a b c d, es mas largo que el camino, n b c o p: por lo qual la agua que està en los caños, n b c o p, no hara tanta fuerça como la que està en los caños, a b c d.

Tambien se quebrantarà mucho la fuerça de la agua, si en las torres, u t, o p, se subiere y baxare la agua por dos caños, principalmente si es mucha la cantidad de la agua. Tambien es de advertir, que el hueco de los caños no sea mayor de lo que es necessario para caber la agua holgadamente. Lo que toca a la fabricacion del edificio, queda a la discrecion del Artifice, la qual se hara segun se viere que tiene necessidad la fuerça y carga de la agua.

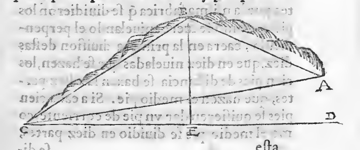
Siguese el tercero caso.

EL Tercero caso es, quando el nacimiento de la agua està en parte de donde para

venir al manadero tiene de paſſar alguna cueſta, como ſi fueſſe el Orizonte, C D, y el nacimiento de la agua fueſſe en el pũto, A, y ſe pretendieſſe lleuar al punto, C, y entre el nacimiento, y el manadero eſtuuieſſe la cueſta, A B C. En tal caſo, con el quadrado que ſe puſo al principio del punto, A, ſe tome la altura del punto, B, que es lo mas alto de la cueſta. Tambien ſe tome la altura del miſmo punto, B, deſde el punto, C, y ſi eſta fuere mayor que la que ſe tomò del punto A, la agua podra venir à manar al punto, C. Sabido que el nacimiẽto de la agua eſtà mas alto que el manadero, ſe procure ſaber la diſtancia que ay entre el vno y el otro, que ſera la linea, A C. Eſta diſtãcia ſe medirà imaginando la perpendicular, B E, que haze los triangulos, A B E, C B E, que mediante el quadrado ſe ſabran los lados de los dichos triangulos, como en el vſo y demoſtracion del dicho quadrado ſe dixò. Pues conocidos los lados, E A, E C, ſe conoce toda la diſtancia, A C. Eſtando conocido el exceſſo que la altura que ſe tomò del punto, c, excede a la

altura

altura que se tomò del punto, A, se conocerà que tanto del excesso cabe a cada cien pies de distancia de la linea, C A, que si fuere medio pie, sera señal que la agua podra correr y venir al manadero, c. Entendido que ay corriente bastante, es necessario que se haga vna mina en la cuesta, B, la qual ha de yr encaminada segũ muestra la linea, C A. Esta mina se tiene de aniuelar segun la inclinacion que tiene la linea C A, sobre el Orizonte, C D, la qual inclinacion se conoce por las alturas que se tomarõ de los puntos, A, C, que es el excesso que auemos dicho excede la vna a la otra: la qual aniuelacion se podra hazer con el niuel que al principio enseñamos: y porque en



esta

esta aniuelacion no aya engaño, dire como se tiene de proceder.

Ha se dicho, que Vitruuio a cada cien pies de distancia da medio pie de corriente, pues para que en el niuel se señalen los puntos q̃ son menester, para que a cada cien pies no se dè mas de medio pie, se hara asi. Pongo que las puntas de los braços del niuel, dista la vna de la otra diez pies, y segun esta distancia se señalaron en la trauiessa del niuel (segun la fabrica que auemos enseñado) los pies, y medios pies: luego en diez niueles se tomarian cien pies de distancia, y en todos diez se tiene de baxar medio pie: por lo qual el primero medio pie que està en la trauiessa del niuel, se tiene de diuidir en diez partes, por la misma fabrica q̃ se diuidieron los pies: y como se fuere aniuelando el perpendiculo, caera en la primera diuision destas diez, que en diez niueladas que se hazen, los cien pies de distancia se baxan las diez partes, que hazen el medio pie. Si a cada cien pies le quisieren dar vn pie de corriente, como el medio pie se diuidio en diez partes,

se di-

ſe diuidirá el pie entero: y ſi dos pies le dieren de corriente a cada cien pies, ſe diuidiran los dos pies en diez partes, y ſe aniuelará ſegun queda dicho del medio pie. Es neceſſario tener muy gran cuydado, aſsi en la fabrica del niuel, como en eſtas diuiſiones, y medir la diſtãcia entre el nacimiẽto de la agua, y el manadero; y el exceſſo de la altura entre el vno y el otro, para ſaber que tanto del exceſſo le cabe a cada cien pies de diſtancia, para que ſe le pueda dar el corriente que le cabe.

Lo que conuiene conſiderar para auer de hazer la mina, es, mirar por encima de tierra, mediante vna aguja de nauegar, el camino que va del nacimiento de la agua al manadero, que eſſe miſmo ha de yr enſeñando la aguja quando ſe fuere abriendo la mina: de ſuerte, que la aguja va enſeñando el camino, y el niuel lo q̃ tiene de yr mas alta, o mas baxa. En eſtas minas, por debaxo de tierra ſe ſuelen encontrar algunos incõuenientes, que no dexan caminar derechamente por el camino que ſe pretende, como

ſon peñas, y agua: lo q̃ toca a las peñas, puedeſe deſuiar dellas, y tener cuenta mediante la aguja, a que parte ſe deſuian, y que tanto camino, para que en paſſando las peñas, mediante la meſma aguja, ſepan boluer al primero camino, como hazen los Pilotos quando van nauegando, y topan islas, o baxos que les hazen torcer el camino. Quando en la mina ſe topa con agua, y es mucha, el remedio que tiene es, que la mina ſe comience de abrir por la parte del manadero, porque como ſe va ſubiendo con la mina, puedeſe hazer vna çanja por donde deſague. Si la tierra fuere de manera que parezca que no ſe puede ſuſtentar, ſe vaya fortificando la mina, aſsi para ſeguridad de los q̃ van trabajando, como para euitar mucho gaſto, ſi a caſo ſe hundieſſe. Otros inconuenientes puede auer, la preſente ocaſion les enſeñarà el remedio. Si la mina ſe començare por la parte del manadero, el perpendiculo ha de caer a la parte de la pierna del niuel que queda detras.

Quarto Caſo.

EL Quarto caſo es, quando el nacimiento de la agua, y el manadero eſtan en tierra llana, y que la diferencia de la altura del vno al otro, es muy poca. Quando eſto aconteciere, es dificultoſo de aniuelar el camino, y aſsi es neceſſario que el niuel ſea la miſma agua, conocido primero, que el nacimiento de la agua èſtà mas alto que el manadero: lo qual ſe hara con el niuel que ſe ha enſeñado, procurando ſe haga la aniuelacion con mucho cuydado, y no ſe tiene de començar el edificio, haſta que el artifice eſtè muy enterado, que la agua tiene corriente. Eſto aſsi conocido, al rededor del nacimiento de la agua ſe hara vna çãja, y no muy honda, porq̃ ſuele acótecer, ſi ſe ahõdaſſe mucho, perderſe la agua. Eſta çanja tẽdra ſeys pies en quadrado, por la parte interior, ſera de piedra quadrada muy bien ajuſtada: y con ſu betun por las junturas, porque no ſe pueda ſalir la agua.

El agugero por donde ha de ſalir la agua eſtarà alto del ſuelo ocho pies, o mas, o menos, ſegun que el nacimiento del agua eſtuuiere, reſpeto de algunas cueſtas cercanas al tal nacimiento, y en la forma que tiene el manar del agua. Pues ha ſe de conſiderar, que ſi ay cerca del nacimiẽto de la agua cueſtas altas, y que la agua mana para arriba, ſe puede leuantar la agua del ſuelo, ocho, y doze pies: y ſegun la fuerça con que manare, ſe le puede dar eſta altura: y de alli començarà la cañeria, boluiendo al ſuelo; de donde començarà la cañeria de caminar a niuel del Orizonte: y a tiro de balleſta ſe hara vna arca, por la qual ſe ſubira la cañeria, de manera, que echando la agua venga a niuelarſe con la del nacimiento: y no eſtè mas baxo el manadero en el arca, de quanto baſte para poder manar la agua que viene del nacimiẽto: y eſte es el mejor niuel de todos los que ſe pueden hallar, porque cõ qualquiera niuel que ſea, por muy juſtificadamente que ſe quiera aniuelar, quando la corriente es poca, ſe puede errar, y darle mas corriente de

la

la que es meneſter. En lo alto de la arca dõde mana la agua, ſe hara vna pila en q̃ cayga la agua, y el caño por donde ha de tornar a baxar, ſe pondra quanto dos dedos mas baxo, y de alli caminarà por ſu cañeria, haſta otra arca, q̃ eſtè en la miſma diſtancia q̃ eſta diſta de la del nacimiento de la agua. Deſta ſuerte, y con la miſma induſtria, ſe haran las demas arcas, haſta llegar al manadero: quãto mas eſpeſſas eſtuuieren eſtas arcas es mejor, aſsi para facilitar la corriente de la agua, como para adereçar la cañeria, ſi alguna vez ſe rompiere: y tambien para limpiarla, que la ſuziedad ſuele ſer cauſa de romper el edificio. Teniendo las arcas eſpeſſas, es cauſa de que la agua ſe aniuele con facilidad, por ſer poco el peſo de la agua de la vna arca a la otra; y tambien el viento, que quãdo el trecho es muy largo, ſin tener reſpiracion, es cauſa de detenerſe la agua, y juntãdoſe vnas con otras cauſas, de neceſsidad ha de rebentar la cañeria. Por lo qual importa euitar todos los inconuenientes que pueden ſer cauſa de impedir la corriente, principal-

mente donde tuuiere dificultad.

Si la corriente de la agua fueſſe muy poca,o que no tuuieſſe ninguna, ſe ſeguira la orden que en eſte caſo auemos pueſto: y quando viniendo encañando con ſus arcas, y aniuelando la agua(como eſtà dicho)acõteciere que los caños manaderos de las arcas vienen a apegar con la tierra,ſe ahondarà la çanja,de ſuerte que ſe pueda proſeguir la cañeria:y quando ſe llegare adonde ha de ſer el manadero principal,en aquel lugar ſe hara vna caua al rededor, la qual ſea capaz donde ſe pueda poner la pila del manadero, y a la redonda ſe puedan poner gradas por donde ſe baxe a coger la agua. Con la altura que ſe grangeò en el nacimiento de la agua, y con eſta caua que ſe hizo en el manadero, aunque el nacimiento de la agua eſtuuieſſe mas baxo que el manadero,diez pies,podra muy bien la agua venir al manadero, con que la diſtancia entre el vno y el otro lugar no fueſſe muy grande. Es de aduertir,que antes que ſe eche la agua para aniuelarla,como auemos dicho,ſe dexe

ſecar

ſecar la cañeria, porque eſtando el edificio freſco podria rebentar, y aſsi ſe yrà trabajando con mucha paciencia, que en las coſas que ay dificultad es bien meneſter.

Quinto Caſo.

OTro quinto caſo ſe podria ofrecer, y es, quando la agua mana en parte muy baxa, y ſe quiere ſubir a alguna parte alta: en eſte caſo es neceſſario de algũ artificio para que aya efeto lo que ſe pretẽde; porque naturalmente la agua no puede ſubir de parte baxa a la parte alta. Eſta agua, o es manantial, o algun rio corriente, o pozo, o laguna; de qualquiera manera que ſea, es meneſter vſar de alguna machina. Los antiguos para eſte efeto imaginaron algunas machinas, como ſon, norias de diferentes ſuertes, bombas, azudas, cocleas, y la teſibica que pone Vitruuio, la qual dize que ſube la agua muy alto, pero es poca y con mucha violencia. En eſta machina ſe juntan las dos coſas que ſuben la agua en alto, que ſon

empul-

expulsion,y atracion : y la expulsion es mas violenta que no la atracion; y como en la tesibica la expulsion sea la que haze mas efeto,a esta causa es muy violenta. En estos tiempos Iuanelo Turriano, inuentò vn ingenio con que se sube la agua del rio Tajo al Alcaçar de Toledo,que ay vna muy gran cuesta. La machina tiene ingenio, pero es muy violenta,y de poca vtilidad,y assi continuamente es necessario adereçalla. En la segunda parte de nuestro libro de Mecanicas, en la Machina 20.se trata deste caso, y enseñamos vna machina, con la qual se podra subir la agua altissimamente, y gran copia con mucha suauidad:dado que aya agua de rio corriente, o alguna fuente de mucha cantidad de agua,tambien se podria mouer la machina con vna bestia. No pongo aqui esta machina, por tenerla puesta donde digo,y otras causas que a ello me mueuen. Hallandome mas desocupado se imprimira esta,y otras machinas q̃ para los vsos ordinarios de la republica seran de importancia, y aun para algunos extraordinarios : y sera

motiuo

motiuo para que los Españoles traten con mas cuydado las cosas de ingenieria que hasta aqui.

Acerca deste quinto caso auia que dezir vn gran secreto, pero por aora se quedarà por algunos respetos, con el qual se puede subir la agua que manare en parte baxa, a otra mas alta.

CAP. XVIII. En que se trata de la materia necessaria, assi para los caños, como de las demas cosas tocantes al edificio de lo que se ha tratado.

AVEMOS Dicho hasta aqui, de las diferencias y casos que se pueden ofrecer, acerca de la condiciõ de las aguas, sera bien digamos de la materia de los caños, y de las demas cosas pertenecientes al edificio de la cañeria.

De ordinario los caños se hazẽ de barro cozido, en algunas ocasiones los hazen de plomo, y de estaño, de piedra, y otros de madera: pero entre todos, los de barro son los

mejores, porque los de plomo, y eſtaño, allende que la agua toma dellos alguna mala calidad, rebientã con facilidad, y ſe gaſtan y no ſon durables. Los de piedra tambien rebientan a cauſa que los humedece la agua, y crian mucha broma: los de madera ſon de poca dura, y crian mucha broma, porque ſe les pega en la peluſa de la madera. De brõze ſe ſuelen hazer caños para donde la agua haze algũ codo, y dõde la agua haze fuerça, y en los manaderos, y para la reſiſtẽcia de la fuerça de la agua ſon buenos: mas entre todos, los de barro ſon los mejores: han de ſer vedriados por dentro, y q̃ tengã dos dedos por lo menos de grueſſo, pie y medio de largo, hechos a macho y hẽbra. El hueco ſe hara conforme la cãtidad de la agua, de ſuerte que quepa por el deſcanſadamente. Eſtos caños ſe tienẽ de juntar con vn culaque, que ſe haze de cal y azeyte, y ſi el azeyte fuere de linaza ſera mejor, y eſtopas picadas: todo ello ha de ſer muy bien maſſado y batido. El aſsiento deſtos caños por la çanja, ſera ſobre texas, vnas en baxo, y otras encima, de

ſuerte

ſuerte que la vna pegue con la otra, aplicadas con ſu cal y arena: y eſtas texas cargarã ſobre piedra, o ladrillo, aſſentada con cal y arena, aſsi por la parte de arriba como por la de abaxo, y los lados. Todo eſto ſe hara con la fortificacion que fuere neceſſaria para la reſiſtencia de la agua.

Suele acontecer, que en el camino por donde va la cañeria auer pantanos, entonces ſe lleuarà el edificio por encima de tierra, ſobre arcos, q̃ por baxo no ſera durable. Lo miſmo ſe hara ſi huuiere de paſſar algũ rio. Otros algunos inconueniẽtes ſe podriã ofrecer, los quales el artifice ha de conſiderar muy bien antes que ſe ponga en execucion la obra.

CAP. XIX. Que trata como ſe tiene de dar la ſangria a los pozos manantiales.

SVELE Auer algunos pozos manantiales, lo qual ſe conoce, quando en vn pozo no ſe ceſſaſſe de ſacar agua en vn dia, y que a la noche llegaſſe

la agua en el lugar donde estaua a la mañana quando se començo a sacar, entonces se puede dezir que el tal pozo es manantial. Si este pozo estuuiere en parte alta, de suerte que donde se le da la sangria pueda tener la agua corriente, se podra hazer, de otra manera no. Pues pongamos que ay disposicion de que se le puede dar sangria, entonces se vera que tantos pies ay de la superficie de la tierra, hasta donde llega la agua, y tomese el niuel que auemos enseñado: y desde el mismo pozo se vayan tomando niueles, hasta que ayan baxado tantos pies como distaua la agua de la superficie de la tierra, y quatro, o seys pies mas: y desde aquel punto donde llegaron los niueles, se começara a abrir la çanja, la qual se yra aniuelando de tal suerte, que quando llegaren al pozo, no le ayan dado mas de tres pies de corriente. Es cosa clara, que si el manantial del pozo tenia virtud, y fuerça para llegar a vn cierto punto, y no baxar de alli, sacando cõtinuamente la agua por la boca, que tambiẽ tendra virtud de salir por la çanja, que llega

mas baxo de aquel tal punto. Pues començando a correr la agua por la çanja, lo dexaràn estar assi algunos dias, hasta ver si es durable, y conociendo que es assi, se encañarà como esta dicho. Algunos han dado la sangria a los pozos, haziendo la çanja de manera, que viniesse a dar al suelo del pozo, y despues de auer gastado mucho dinero, y trabajo, perderse la agua, como acontecio en Lisboa, que dieron desta manera vna sangria a vn pozo, y despues de auer gastado cien mil ducados en ella, se les ha perdido la agua. Yo les aduerti de lo que aqui he dicho, y si yuan por aquel camino que perderian la agua: respondieron, que no querian parecer de Castellano.

(?)



CAPITVLO XX. EN QVE SE pone vna queſtion que anda entre Artilleros, ſobre en que eleuacion tira mas la pieça de artilleria.

LA Artilleria con juſto titulo ſe puede llamar Machina de las Machinas, y aunque es tan comun a todas las naciones del mundo, pero por ſer en Europa la inuenció tan moderna, y auerla tratado gentes que no ſon Matematicos, ni muy Filoſofos, aun no eſtá bien adelgazada eſta materia, digo, en ſaber de rayz el fundamento deſta Machina, que en quanto al vſar della, y ſu fabrica, ay muy dieſtros artifices. Pues bien conſiderada la fabrica de la artilleria, ſe puede diuidir en tres partes principales. La primera, es la preparacion de la materia que es neceſſaria para la execucion della, como es

la tierra para hazer las formas, y moldes; la qual se tiene de conocer qual sea mas a proposito, para que los moldes reciban mejor el metal, y sufran el fuego al recozerlos, que no hagan hendeduras. Demas desto, se tiene de aparejar el metal, y si fuere viejo, mirar que no tenga mas liga de la que es menester. Tambien se tiene de conocer, que piedras seran buenas para el horno, porque con el mucho fuego no se derritan. Tambiẽ se tiene de aparejar madera para los carros, herrage, poleas, roldanas, trocleas, y cuerdas; tornos, y leña, y otras cosas: y todo ello que sea conueniente para semejante fabrica. De manera que esta primera parte, toda consiste en la materia.

La segunda parte, toda consiste en proporcion, y medida, porque en ella se trata de la forma que han de tener las pieças de artilleria, que toda consiste en saber darles la medida que se requiere a cada cañon, en su genero: porque vnos es necessario que sean largos, otros cortos, otros medianos; vnos mas reforçados que otros: y es neces-

ſario conocer todas eſtas proporciones, porque importa mucho, aſsi para que hagan buen efeto, como para q̃ no ſe gaſte el metal, ni el tiempo, quando no es meneſter. Tambien al horno de reberuero ſe le tiene de dar ſu medida, para que el fuego haga mejor efeto, en fundir el metal cõ mas breuedad, y que la hechura ſea tan acomodada, que no ſea embaraçoſa al manejar de los moldes; y ſacar las pieças deſpues de hundidas. Tambien ſe tiene de hazer vn ingenio para dar el barreno a los cañones, de ſuerte que ſe auentaje tiempo y trabajo. Demas deſto, ſe tiene de tener vna medida para hazer las cuchares para la poluora, para ſaber las libras que cada cucharada echa en la pieça, porque no ſe cargue mas ni menos de lo que tiene meneſter el cañon: y deſtas cuchares, ha de auer mayores y menores. Tambien ſe tiene de ſaber hazer otra medida, que los Artilleros llaman Calibo, que ſirue para medir las libras de hierro, o piedra que puede tirar el cañon. Tambien ſe tienen de hazer los

carros, y quareñas, con medida y proporcion, ſegun la pieça que ſe tiene de poner en ellos. Demas deſto, ſe tienen de hazer otros ingenios para facilitar el manjar de las pieças, aſsi para ponerlas en ſus carros, como para marchar con ellas. Los materiales de la poluora, tambien ſe tienen de proporcionar para que hagan mejor efeto, y hazer los ingenios para molerla.

La tercera parte, que es tratar del vſo de la artilleria, conſiſte todo en Fiſica, y en Matematica, y deſta trataremos aqui alguna coſa. Si de las primeras dos partes ſe huuiera de tratar, fuera hazer muy grã volumẽ, por tanto las dexaremos para tratar dellas muy en particular, donde ſe pondran en dibuxo las figuras de todos los inſtrumentos que para ſemejante fabrica ſon neceſſarios, con la declaracion, y vſo dellos. Anſimiſmo, la medida y proporcion que han de tener cada genero de pieça. Iuntamente ſe pondrã muchos ingenios, y aduertencias, para conduzir la artilleria de vnas partes a otras, que todo ſeruira para facilitar carga tan peſada

como es la artilleria. Pues queriendo tratar del vso de la artilleria, lo primero se auia de dezir el intento para que se hizo, pero esto es tan manifiesto, que no ay para que gastar tiempo en esso, sino mostrar en que disposicion se tienen de poner las pieças para que hagan mayor efeto, que es toda la intencion y fin para que se hizo la artilleria: y aunque ay muchos Artilleros que por experiencia tienen conocimiento, en que eleuacion haze mayor efeto, o alcança mas, pero no sabē la razon desto. Pues para que en todo sean mas diestros, y no ignoren la causa porque en vna eleuacion haze mayor efeto que en otra, y la variedad que puede auer en esto, disputaremos vn poco este punto.

Quanto a lo primero, es de saber, que en echar de si la pieça la bala, ay dos cōtrarios; el vno es el impelente, el otro es el resistēte: el impelente, es la fuerça de la poluora: y el resistente, es la grauedad de la bala. Como la poluora està apretada, y comprimida en forma de tierra, y està recogida en poco lugar, y en vn subito se conuierte en fuego, por la

naturaleza inflamable que tiene, y passando de aquella materia de forma de tierra en forma de fuego, tiene necessidad de mil vezes mas lugar del q̃ tiene en el cañõ, y como vaya a buscar este lugar tã repentinamẽte, lleua con grã impetu, y va impeliendo la bala q̃ tiene delãte, y la escupe fuera de la pieça, al modo como quãdo cõ vn maço se da vn gran golpe en vna pelota. El resistente es la bala, q̃ como sea cosa graue, y su naturaleza sea cargar para el centro, va resistiendo al impulso del viento. Pues esto assi entẽdido, es necessario considerar la proporcion que tiene el impelente, cõ el resistente, porque segun esta proporcion, se entenderà quãdo, y en que tiempo haze mayor efeto la artilleria: y para que esto se entienda mejor, pongamos la pieça en diferentes eleuaciones.

Sea la pieça de artilleria, A B, la qual se ponga lo primero, equidistante al Orizonte X Z, despues se põga en eleuaciõ de quinze grados, como muestra el angulo, E D F: y el Orizonte sea, D F G. Demas desto, sea otra postura de vn angulo de treynta

grados,como el angulo,K H L, y el Orizõte, H L M. Tambien pongamos sobre el Orizonte,N Q P, que la pieça haze el angulo,O N Q,de quarenta y cinco grados. Vltimamente,pongamos que sobre el Orizõte,R T V,q̃ la pieça haze el angulo, S R T, de sesenta grados.Puesta la pieça en estas elèuaciones,demostremos por qual dellas tirarà mas distancia,y hara mayor efeto:lo qual se demostrarà,juntando las razones Fisicas con las demostraciones Matematicas. Para que esto se entienda mejor, es necessario q̃ se ponga este principio.

Entretanto que la fuerça del impelente fuere mayor que la del resistente, en tanta proporcion que digamos,que la del resistente no es sensible, comparada con la del impelente; entonces el resistente sera lleuado del impelente por linea recta, si por ella fuere guiado del impelente.

Esto es cosa muy clara,porque no siendo sensible la fuerça del resistente con la del impelente, se puede considerar que no le haze ningun estoruo, para caminar por el

camino que fuere guiado, como si vn cauallo corriesse lleuando sobre si vna mosca, no sentiria mas embaraço para su carrera, correr con ella encima de si, que sin ella, por no ser sensible cosa la mosca, respeto de la fuerça del cauallo: pero si la fuerça del resistente tuuiere proporcion sensible con la del impelente, entonces el impelente, aunque lleue adelante al resistente, pero no será por linea recta. Si la potencia del resistēte se inclinare a otra parte, como si vn hombre impeliesse a otro para le lleuar por linea recta, y el que se resiste, aunque no tuuiesse tanta fuerça como el que le impele, hiziesse fuerça para vn lado, claro està que siendo sensible la fuerça del que se resiste a la del que le impele, que no se dexaria lleuar por linea recta.

Pues auemos dicho, que no siendo la potencia del resistente sensible con la del impelente, caminarà el resistente por linea recta: pues siendo el viento que se engendra de la poluora, mediante la inflamacion que en ella se haze, el impelente, y la grauedad

de la bala el reſiſtente, es tanto mas la potẽcia del viento al principio de la inflamaciõ, que no la del reſiſtente, que por cierto eſpacio de tiempo, no es ſenſible la grauedad de la bala, para que la fuerça del viento dexe de lleuarla por linea recta. Eſte eſpacio que dura de caminar por linea recta, no es comẽſurable al ingenio del hombre, ni ſe puede dar regla para le medir, ſolamente ſe tiene por experiencia, poco mas o menos, lo que puede durar, por las pũterias que ſe hazen: y eſto conocido, primero la fuerça de la poluora, y calidad de la pieça con que ſe tira, junto con el tiempo, ſi es humedo, o ſeco.

Antes que vengamos a demoſtrar lo que pretendemos, ſe pondra la ſiguiente propoſicion, la qual demoſtraremos adelante.

La potencia que tirare, o hiziere fuerça por el angulo que mas ſe llegare al recto, ſera mas graue, y hara mayor efeto.

Pues entendido lo que ſe ha dicho, pongamos lo primero, que la pieça ſe pone equidiſtante al Orizonte, como, A B, y que la potencia

potencia de la poluora lleuò la bala por linea recta, hasta el punto, C, que entonces la potencia de la grauedad de bala començo a ser sensible, con la potencia del impulso de la poluora: y como la potēcia de la grauedad de la bala, segun su naturaleza, sea baxar para el centro del mundo, hara su fuerça por la linea, C Y, que cae perpendicular sobre el Orizonte, y sobre la linea, B C, y si el impulso que hizo la poluora cessara quando la bala llegò al punto, C, desde alli baxara por la linea recta, C Y: pero como toda via el impulso de la poluora la va impeliendo, aunque no con tanta fuerça, la potencia de la grauedad de la bala va tirando para el centro: y como el impulso va menguando, la grauedad de la bala va haziendo mas efeto contra el impelente; de suerte, que el vno va procurando de lleuar la bala delante, y el otro con su grauedad quiere baxarse por linea recta, para el centro del mundo, y encōtrados estos dos mouimientos, despues que passa la bala del punto, C, como va lleuando de vencida la grauedad de la bala, a la potē-

cia del impulſo de la poluora, viene a hazer el camino de la bala, haſta que llega al Orizonte la linea curua, C Z. Es de aduertir, que quanto la bala eſtuuiere mas cercana del punto, C, quando va cayendo hara mas coruada la linea, C Z, junto al punto, C, por razon que el impulſo eſtà con mas fuerça, y quanto mas ſe va apartando del punto, C, haze la coruacion mas derecha: y tãto ſe podria apartar la bala del punto, C, antes que cayeſſe en el Orizonte, que el impulſo de la poluora ſe acabaſſe; y entonces la bala, como no tenia quien la impelieſſe para adelante, ſe vendria por linea recta, haſta llegar al Orizonte.

Eſto que auemos dicho, eſtando la pieça equidiſtante al Orizonte, ſe tiene de entender en qualquiera eleuacion que ſe ponga, y es, que ſiempre la bala caminarà por linea recta, haſta tanto que la potencia de la grauedad de la bala ſea ſenſible, con la potencia del impulſo de la poluora. Aora es de ſaber en que eleuacion dura mas la potẽcia del impulſo de la poluora, para caminar por

linea

linea recta,lo qual sera donde menos resistencia huuiere de parte de la grauedad de la bala. Para entender donde haze mas resistencia la grauedad de la bala, es necessario traer a la memoria la proposicion de atras, la qual prouaremos adelante, que quando vna potencia tirare por angulo recto, haze mas fuerça que por otro ninguno: y quanto mas se llegare al angulo recto por donde se haze la fuerça, tanto mas efeto haze la potencia.

Pues supuesto esto, quando la pieça està equidistante al Orizonte, entonces la grauedad de la bala haze su fuerça contra el impulso de la poluora, por angulo recto, como parece en la pieça, A B, que el impulso de la poluora lleua la bala por la linea recta B C, que es equidistante al Orizonte, y la grauedad de la bala, naturalmente quiere caer perpendicular sobre el Orizonte, como muestra la linea, C Y: y por ser la linea recta por donde camina la bala, equidistante al Orizonte, la linea, C Y, hara tambien angulo recto con, B C; y desde que la bala

sale de la boca de la pieça, su grauedad vã siempre procurando de caer al centro: luego por toda la linea recta, B C, va tirando esta grauedad por angulo recto, por lo qual esta grauedad sera mas sensible al impulso de la poluora, por la linea, B C, que no quãdo caminare la bala por otra qualquier linea, que no sea equidistante al Orizonte. Como si caminasse por la linea, D E, que està inclinada al Orizonte, por el angulo, E D F. Estando la bala en, E, su grauedad tira por la linea, E F, que cae perpendicular sobre el Orizonte, D F. Luego el angulo D E F, es menor que recto, y todos los angulos que la grauedad de la bala hiziere por toda la linea, D E, son yguales del angulo D E F; por lo qual la grauedad de la bala, haze menos fuerça en el impulso de la poluora, caminando por la linea, D E, que quãdo camina por la linea, B C. Luego necessariamente, el impulso de la poluora lleuarà la bala por mas espacio de la linea recta, quando fuere por la linea, D E, que quando fuere por la linea, B C. Por la misma razon, quãdo

cami-

caminare la bala por la linea, H K, yrà por mas eſpacio por linea recta, que quando caminaua por la linea, D E, porque el angulo H K L, es menor que el angulo, D E F, por la 32. del primero de Euclid. Y de la miſma manera, quando caminare la bala por la linea, N O, caminarà mas eſpacio por linea recta, que no por la linea, H K; porque el angulo, N O Q. es menor que el angulo, H K L: y quando caminare la bala por la linea, R S, tambien caminarà mas la bala por linea recta, que quando caminaua por la linea, N O: pues el angulo, R S T, es menor q̃ el angulo, N O Q. Siguese de aqui, que caminando por la linea, R S, que llegando la bala al punto, S, el impulſo de la poluora ſera menor que en ninguno de los otros terminos, O K E C.

Es aora de aduertir, porque razon tira vna pieça mayor eſpacio del Orizonte, leuantada en angulo de quarenta y cinco grados, que en ninguna otra eleuacion, pues q̃ quanto mas leuantada eſtuuiere, camina mas por linea recta la bala, como auemos

demoſtrado. La razon deſto es, que deſpues que la bala llegò al termino que caminò por linea recta, buelue baxando al Orizonte, haziendo vna linea curua, y eſta curuacion deſta linea, no estanta quando tuuiere menos inclinacion la linea recta; por donde camina la bala. Porque caminando la bala por la linea, B C, aunque es verdad que no va tanto eſpacio por linea recta, como por otra eleuacion: pero el impulſo de la poluora dura mas, y aunque comiença de baxar la bala, como la van impeliendo con mayor fuerça que no quando comiença a baxar de otra eleuacion, allegaſe mas eſte arco por donde baxa, a la linea recta, que no quando la bala caminō mayor eſpacio de la linea recta, porque el impulſo que la poluora hizo en la bala, ſiempre va menguando: y demàs deſto, por eſtar la pieça equidiſtante al Orizonte, la bala topa luego con el, a poco tiempo deſpues que començo à baxar. Pues ſegū eſto, el arco, E G, ſera mas coruado que el arco, C Z: y el arco, K M, mas coruado que el arco, E G: y el arco, O P, mas coruado que el

el arco, K M: y el arco, S V, mas coruado que el arco, O P. Pues esto es asi, porque tira mas largo trecho en eleuacion de quarenta y cinco grados, que en ninguna otra eleuacion? A esto digo, que porque la bala caminò mas por la linea, R S, que es eleuacion de sesenta grados, que por la linea recta, N O, que està en eleuacion de quarenta y cinco grados, el impulso de la poluora quedò con menos fuerça, y la grauedad de la bala siempre es la misma, y asi començo a baxar con mas velocidad, porque no es compelida para adelante del impulso que le dio la poluora: y tanto se podria leuantar la pieça, que el impulso de la poluora se acabasse en el camino que haze por linea recta, y que desde alli se boluiesse la bala a caer, perpendicular al Orizonte: y quanto la pieça està mas leuãtada, la perpendicular que cae del estremo de la linea recta, toma menos espacio de Orizonte, y asi tira menos en eleuacion de sesenta grados, que en eleuacion de quarẽta y cinco: Pues consideradas estas razones, el angulo de quarenta y cinco grados, es

medio entre la mayor y menor eleuacion, y afsi el impulfo de la poluora que dio a la bala, aunque caminò mas por linea recta, q̃ en menos eleuaciō, no quedò tan menguado que no hizieffe el arco de la baxada de la bala, mayor que los que fe hazen en menos eleuacion, por eftar mas leuantada la bala en el eftremo de la linea recta, que no en las otras eleuaciones: y afsi tiene de alcãçar mayor parte de Orizonte, lo qual todo concuerda con la experiencia.

Efto fe puede confiderar muy biẽ, en los manaderos de las fuentes que tienen muchos agugeros en vna bola, que fiendo todos yguales, los que eftan en lo baxo de la bola, y equidiftantes al Orizonte, alcançan menor diftancia, y hazen menor arco que no los que eftan mas leuantados, y hazen mayor angulo con el Orizonte, que eftos alcançan mayor diftancia, y al caer hazen mayor arco: y los agugeros defta bola que eftan mas altos, y hazen mayor angulo con el Orizonte de quarenta y cinco grados, caẽ en la pila en menor diftancia, y hazẽ el arco

menor,

menor, y mas coruado; y los que estan en lo alto de la bola, echã la agua de manera, que casi se buelue a caer al mismo lugar por dõde sale, y esto siendo los agugeros yguales, y la fuerça cõ que es compelida la agua vna misma. La fuerça con que es compelida esta agua, es la grauedad que tiene en el nacimiẽto, que està mas alto que el manadero, y haze lo que el impulso de la poluora. La grauedad de la agua que mana para lo alto, es el resistente, semejante al de la bala. Y assi se puede considerar, que los arcos que hazen las balas al caer, son semejantes a los que haze la agua ꝙ sale por los agugeros de la bola, porque la razon es vna misma, en lo vno y en lo otro.

De lo que auemos dicho se puede colegir, quando la artilleria hara mayor efeto, estando menos, o mas leuantada; y esto es cosa bien clara, que quando la pieça estuuiere equidistante al Orizonte, todo el tiempo que la bala caminare por linea recta, va con mas fuerça que no estando en qualquiera inclinacion. La razon es manifiesta, porque

el

el impulſo que la poluora dio a la bala, en toda la linea recta va con la miſma fuerça que en las demas eleuaciones, ſiendo en vna miſma diſtancia: y la pieça que eſtà equidiſtante al Orizonte, hiere en angulos rectos al muro, que eſtà perpendicular al Orizonte: y la que eſtà leuantada al Orizonte, hiere al muro en angulo obliquo, que en Caſtellano ſe dize, al ſoslayo. Pues es coſa aueriguada, que ſi con vna miſma potencia ſe diere vn golpe en angulo recto, y otro en angulo obliquo, que el golpe que ſe diere en angulo recto, hara mayor efeto que no el que ſe diere por angulo obliquo. Eſto nos lo mueſtra bien claro la experiencia en los golpes de los martillos que dan los Canteros quādo quieren romper vna piedra, que el golpe que dan al ſoslayo haze muy poco efeto, en quanto a romper lo que quieren. Luego la pieça de la artilleria, eſtando equidiſtante al Orizonte, hara mayor efeto que en ninguna otra eleuacion: y quanto mas inclinada eſtuuiere la pieça, tanto menos efeto hara en el muro, porque le hiere mas al ſoslayo.

Esto se tiene de entender (como auemos dicho) en ygual distancia. Quando trataremos esta materia de la artilleria mas de proposito, se traerán mas demostraciones acerca deste punto, y se mostrarán los errores que en esta parte dixo Nicolao Tartalia. Tambien se tiene por experiencia, que calentandose la pieça tira menos que quando está fria. La razon desto es, que quando está fria, el viento caliente se recoge mas, echandoa huyr de su contrario el frio de la pieça, y como va recogido, hiere con mas fuerça en la bala, que quando está caliente; porque entonces dilatase aquel viento, y vase apegando por toda la pieça, que con el calor se haze porosa, y no haze tanta fuerça en la bala: y de aqui viene, que los artilleros quando se les va calentando la pieça, la van refrescando con vinagre, lo vno porque tire mas, lo otro porque no rebiente. Porque la causa de rebentar la pieça, suele ser escalentarse demasiado, lo vno, porque el metal de la artilleria por la liga que tiene del estaño, estádo caliente es muy frangible y quebradizo;

y lo otro, que da lugar que el viento caliente se le apegue con mas facilidad, y no teniẽdo tanta fuerça para expeler la bala de repente, se va haziendo mas raro aquel viento, y no cabiendo dentro el cañon, con la fuerça que haze es causa de rebentar la pieça, como quando tiene escarabajos, que deteniendose el viento en ellos, son causa de hazer rebẽtar la pieça. Y esto baste por aora en esta materia.

Examen del Calibo de los Artilleros.

SVELEN Traer los Artilleros vna medida que llaman Calibo, en el qual traen señalados los diametros de las libras que pesan las balas de hierro, y piedra. Pues si se quisiere examinar si està bien hecho este instrumento, se hara assi: Tomese con vn compas el diametro de vna libra, y vease si el diametro de ocho libras es duplo del de vna libra: y el diametro de diez y seys libras, ha de

ser duplo del de dos libras : y el diametro de veynte y quatro, ha de ser duplo del diametro de tres libras: y el diametro de treynta y dos libras, ha de ser duplo del diametro de quatro: y el diametro de quarenta, ha de ser duplo del diametro de cinco libras: y el diametro de quarenta y ocho, ha de ser duplo del diametro de seys libras: y el diametro de cincuenta y seys libras, ha de ser duplo del diametro de siete: y el diametro de sesenta y quatro, ha de ser duplo del diametro de ocho libras: y el diametro de setenta y dos, ha de ser duplo del diametro de nueue libras: y el diametro de ochenta, ha de ser duplo del diametro de diez libras. Si esto fuere assi, sera señal que el tal Calibo està bien medido, y si desto faltare sera falso. La demostracion desto es, que las esferas sean en triplicada proporcion que sus diametros, como lo demuestra Euclides en la proporcion 18. del duodezimo libro: y en la decima del quinto dize, que triplicada proporcion es, quando fueren quatro cãtidades proporcionales, q̃ es como fuere la primera con la segunda, assi se ha la segunda con la tercera: y la tercera cõ la quarta, y enton-

y entonces la primera con la quarta tendra triplicada proporcion que tiene con la ſegunda. Pues entendido eſto, entre vna libra, y ocho libras, buſquemos dos medias proporcionales, que ſeran, dos, y quatro, porque como ſe ha vno con dos, aſsi dos con quatro: y como dos con quatro, aſsi quatro con ocho: pues aqui ay quatro cantidades en continua proporcion, por la proporcion citada; el vno con el ocho tendra triplicada proporcion que tiene con el dos, el vno con el dos es dupla: luego el diametro de ocho libras ha de ſer duplo del de vna libra, y deſta ſuerte queda la Eſfera de vna libra, en triplicada proporcion con la de ocho libras. Lo miſmo es, ſi entre dos libras, y diez y ſeys libras, buſcaremos dos medias proporcionales, que ſeran quatro y ocho, y aſsi eſtas quatro cantidades ſe han en continua proporcion: luego el dos al diez y ſeys tiene triplicada proporcion que tiene al quatro, por lo qual el diametro de dos libras, ſe ha de auer con el diametro de diez y ſeys libras, como dos cō quatro. Luego el diametro de la bala de diez y ſeys libras, ha de ſer duplo del de dos libras, y en eſta miſma

proporcion van todos los demas numeros que auemos dicho, que eſtã ſeñalados con ſus letras, y con eſto queda bien demoſtrado, ſer bueno el examen del Calibo que auemos propueſto. Ni mas ni menos ſe puede hazer eſte examen con qualquiera otra proporcion, como ſi fueſſe en tripla, entonces el diametro de la bala de 27. libras, ſera tanto como tres diametros del diametro de vna libra, porque entre 27. y vno, ſon medios proporcionales, nueue, y tres: pues vno con 27. tiene triplicada proporcion con tres. Luego como ſe ha 27. con nueue, aſsi ſe ha el diametro de la bala de 27. libras, con el diametro de vna libra, que es en tripla: y de la miſma manera, el diametro de la bala de 54. libras, es triplo del de la bala de dos libras: y el diametro de la bala de 81. libras, es triplo del diametro de la bala de tres libras: y ſi todo eſto conuiniere en el Calibo, es ſeñal que eſtà biẽ hecho, pueſto que las primeras libras

esten bien medidas, loqual enseñaremos a hazer en otro lugar, assi por numeros como por cantidades continuas, que todo consiste en hallar dos medias proporcionales, entre dos cantidades dadas, aunque esto no se hara Geometricamente, en cantidades continuas: pero hazese Mechanicamente. En numeros es cosa facil, aunque no en todos. Es de aduertir, que las balas de la artilleria son lo mismo que Esferas.

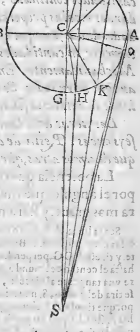
Las libras deste Calibo, es cada vna diez, y seys onças. Resta de demostrar la proposicion que diximos atras, que es como se sigue.

La potencia que tirare, o hiziere fuerça por el angulo que mas se llegare al recto, sera mas graue, y hara mayor efeto.

Sea la libra, A B, cuyo centro, C, sobre el qual se descriua el circulo, F A G B: sea, A B, equidistante al Orizōte: y tirese, F C G, perpendicular sobre, A B, y estiendase hasta el centro del mundo, que sea, S: y del punto, S, se tire vna tangente al circulo, A F B G. Pues esta linea que se tira del punto, S, no tocará al circulo en el punto, A, porque tirada, A S, el triangulo, A C S, tendria dos angulos rectos, lo qual no puede ser, ni tampoco tocará al circulo encima del punto, A, en la circunferencia, A F, porque entonces cortará al circulo: luego tocarle ha debaxo del pūto, A, y sea en, O. Tirese, S D, S L, las quales cortarán la circunferēcia, A O G, en los pūtos, K, H. Iuntēse

C K.

CK, CH, CD, CL. Pues quanto mas cerca estuuiere el peso del punto, F, tãto mas estriba sobre el cẽtro, que es sobre el punto C: como estando el peso en, D, mas estriba sobre el centro, C, que es sobre la linea, D C, que no estando el peso en, A, sobre la linea, A C, y mucho mas sobre la linea, C L. Porq̃ siendo tres angulos de qualquier triãgulo yguales a dos rectos, y el angulo, D C K, del triangulo equicrurio, D C K, es menor que el angulo, L C H, del triangulo equicrurio L C H. Los angulos restantes que estan a la basi, que son, C D K, C K D, entrambos juntos seran mayores, que entrambos los angulos, C L H, C H L: luego sus mitades, que es el angulo, C D S, sera mayor que el angulo, C L S. Puesque el angulo, C L S, es menor la linea, C L, se llega mas al mouimiento natural del peso, L, dexandole suelto libremente, que sera por la linea, L S, que no la linea, D C, al mouimiento natural del peso, D, por la linea, D S. Porque estãdo el peso en, L, libre



libre y suelto se moueria por la linea, L S, hasta llegar al centro del mundo, y estando el peso en, D, se moueria por, D, S. Pues que el peso, L, todo grauita sobre, L S: y estando en, D, sobre, D S, el peso que estuuiere en, L, grauitarà mas sobre la linea, C L, que no estando en, D, sobre la linea, D C: luego la linea, C L, sustentarà mas el peso que no la linea, C D. De la misma manera se demostrarà, que quanto el peso fuere mas cercano al punto, F, tanto mas sera sustentado sobre la linea, C L, porque siempre el angulo, C L S, seria menor: lo qual es claro, porque si la linea, C L, y la linea, L S, se jũtassen en vna linea, lo qual acontece en, F C S, entonces la linea, C F, sustentaria todo el peso puesto en, F, y seria inmobil, y de todo punto no tendria ninguna grauedad sobre la circunferencia del circulo. Luego el mismo peso por la diuersidad del sitio, viene a ser mas graue, o menos graue: no digo que por la razon del sitio, vnas vezes tenga en si mayor grauedad, y otras menos, pues donde quiera que se halle, siempre tiene vna misma grauedad; sino porque grauita mas, o menos en la circunferencia, como estando el peso en D, grauita mas sobre la circunferencia, D A, que quando està en, L, sobre la circunferēcia, L D. Quiero dezir, que si el peso fuesse sustentado de las circunferēcias, y lineas rectas, la circunferencia, A D, sustentarà mas el peso, D, que la circunferēcia, D L, al peso, L, porque menos ayuda a sustentar el peso la linea, C D, que la linea, C L. Demas desto, quando el peso està en, L, si le dexassen suelto libremente, se moueria para abaxo por la linea, L S, sino fuesse prohibido de la linea, C L, la qual haze que el peso L, se mueua por la circunferencia, L D, fuera de la linea L S, y en alguna manera le impele, y impeliendole sustēta parte del peso, porque sino le sustentasse se moueria para abaxo por la linea, L S, y no por la circunferencia

L D. De la miſma manera la linea, C D, retiene al peſo, D, pues que le haze mouer por la circunferencia, D A. Tābien eſtando el peſo en, A, la linea, C A, haze que el peſo ſe mueua por la circunferencia, A O, fuera de la linea, A S. Pues que el angulo, A C S, es recto, ſera el angulo C A S, menor que recto: luego las lineas, C A, C D, retienen en alguna parte el peſo, aunque no ygualmente, pues todas las vezes que las lineas que ſalen del centro, C, y las que ſalen del centro del mundo, S, hizieren angulo agudo en la circunferencia, ſe demoſtrará, que acontecera lo miſmo. Pues q̃ el angulo mixto, C L D, es ygual del angulo mixto, C D A, por ſer contenidos del ſemidiametro, y vna miſma circunferēcia, y el angulo, C L S, es menor que el angulo, C D S, ſera el reſtante, S L D, mayor que el reſtante, S D A: por lo qual la circunferencia D A, que es la baxada del peſo, D, ſera mas cercana al mouimiento natural del peſo, D, eſtando ſuelto, que es la linea, D S, que no la circunferencia, L D, a la linea, L S: luego la linea, C D, menos retiene al peſo que eſtà en, D, que la linea, C L, al peſo que eſtá en, L: luego la linea, C D, ſuſtenta menos el peſo que la linea, C L, y el peſo eſtará mas libre en, D, que no en, L, pues el peſo ſe mueue mas naturalmente por, D A, que por, L D: por lo qual ſera mas graue en, D, que no en, L. De la miſma manera ſe demoſtrarà que, C A, ſuſtenta menos que, C D, y que el peſo eſtá mas libre, y es mas graue en, A, que no en, D. Demas deſto, en la parte inferior, por las miſmas cauſas, quanto el peſo eſtuuiere mas cercano al punto, G, ſera mas detenido, como eſtando en, H, es mas detenido de la linea, C H, que eſtando en, K, de la linea, C K, porque como el angulo, C H S, ſea mayor que el angulo, C K S, la linea C H, ſe llegará mas a la rectitud de la linea, H S, que no la linea, C K, a la rectitud de, K S: por lo qual el peſo ſera

mas

mas detenido de la linea, C H, que de la linea, C K: porque si, C H, H S, conuiniessen en vna linea, como acontece estando el peso en, G, entonces la linea, C G, sustentaria todo el peso inmobil en, G. Luego quãto menor fuere el angulo que la linea, C H, hiziere cõ, C G, tanto mas sera detenido el peso de la linea, C H: y donde es mas detenido, alli es menos graue. Demas desto, si el peso, K, estuuiesse libre y suelto, se moueria por la linea, K S, pero es detenido de la linea, C K, la qual le fuerça que se mueua por la circunferencia, K H, fuera de la linea, K S, y en alguna manera le retrae, y retrayendole le sustenta, porque sino le sustẽtasse, el peso se moueria por la linea, K S, hasta llegar al centro, S, y no por la circunferencia, K H. De la misma manera la linea, C H, retiene el peso, pues q̃ le compele que se mueua por la circũferencia, H G. Pues que el angulo, C H S, es mayor que el angulo, C K S, quitados los angulos yguales, C H G, C K H, sera el angulo restante, S H G, mayor que el angulo restãte, S K H. Luego la circunferencia, K H, que es la baxada del peso que está en, K, es mas cercana al mouimiento natural del peso, K, estando suelto, que es, K S, que no la circunferencia H G, a la linea, H S: luego menos detiene el peso la linea C K, que la linea, C H, pues que el peso se mueue mas naturalmente por, K H, que por, H G. De la misma manera se demostrarà, que quanto menor fuere el angulo, S K H, que la linea, C K, sustentarà menos. Luego estando el peso en, O, porque el angulo, S O C, no solamẽte es menor q̃ el angulo, C K S, pero es el minimo de todos los angulos que salen de los puntos, C, S, y que tienen el vertice en la circunferencia, O K G: y assi el angulo, S O K, es menor que el angulo, S K H, y de todos los q̃ fueren desta manera. Luego el descenso del peso, O, es mas cercano al mouimiento natural del mesmo peso, O, estando

 suelto,

suelto, que en ningun otro sitio de la circunferencia, O K G. y la linea, C O, sustenta menos el peso, que si el peso estuuiere en otro qualquiera sitio de la circunferẽcia, O K G. Tambien pues que el angulo de la contingẽcia, S O K, es menor que el angulo, S D A, y que el angulo, S A O, y que otros qualesquiera semejantes, sera el descenso del peso, O, mas cercano al mouimiento natural del mismo peso, O, estando suelto, que en ningũ otro sitio de la circunferencia, O D F. Demas desto, pues que la linea, C O, no puede impeler al peso, O, en quanto se mueue para abaxo, de tal manera, que se mueua fuera de la linea, O S, no corta al circulo, sino que le toca: y el angulo, S O C, es recto, y no agudo, estando el peso en, O, ninguna cosa grauitará sobre la linea, C O, ni estribará sobre el centro, de la manera que acõteceria sobre qualquiera otro punto, encima del punto, O. Luego por estas causas estara el peso en el punto, O, mas libre y suelto en este sitio, que en otro ninguno de toda la circunferencia F O G, y por tanto es en este sitio mas graue: quiero dezir, que grauitarà mas q̃ en otro qualquiera sitio: y quanto mas cercano fuere el peso al punto, O, tanto sera mas graue, y la linea, C O, sustentarà menos. Pues siguese de lo que se ha demostrado, que quanto la potencia, o peso tirare por mayor angulo, hasta llegar al angulo recto cõ el braço de la libra, que hara mayor fuerça, que es lo mismo que ser mas graue, que es lo que se propuso.

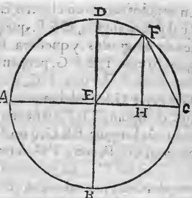
El mayor angulo tiene mayor proporcion cõ el menor, que no el seno del mayor angulo con el seno del menor.

En el circulo, A C B D, cuyo centro, E, se tiren los diametros, A C, B D, que se cortẽ en

en angulos rectos en el cẽtro, E: tomese vn qualquiera angulo, C E F, que pongamos q̃ sea de 60. grados, y quedarà, F E D, de 30, grad. tirense, F H, F G, perpendiculares sobre, E D, E C, y sera, F H, seno del angulo C E F, y, F G, seno del angulo, F E G. Digo, que el angulo, C E F, tiene mayor proporcion cõ el angulo, F E G, q̃ no, F H, seno del angulo, C E F, con, F G, seno del angulo, F E G, tirese, C F. La proporcion q̃ tiene el angulo, C E F, con el angulo, F E D, es como la que tiene la linea, C F, con, F G, porque la vna y la otra es dupla, siẽdo, C D, quarta de circulo: y, F C, 60. grad. sera, F D, 30. y la linea, C F, sera semidiametro; y, F G, la mitad del semidiametro, pues por la, 8, del quinto de Euclides, C F, cõ, F G, tiene mayor proporcion que no, H F, con la misma, F C: luego el angulo, C E F, tiene mayor proporciõ al angulo, F E G, que no el seno, F H, con el seno, F G.

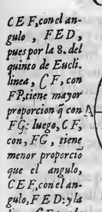
Esto mismo se demostrarà en qualquiera otra proporcion de angulos, como si el angulo, C E F, fuesse triplo del angulo F E D: tambien tendra mayor proporcion q̃ no el seno, F H,

con el seno, FG. Diuidase en la figura siguiẽte, el angulo, CEF, en tres partes yguales, y q̃ cada vna sea ygual del angulo, FED, q̃ serã, CL, LK, KF: tirese, EK, EL: tirese tabiẽ, CK, y seran, CN, KN, senos de

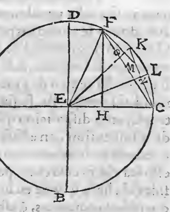


los angulos, CEL, KEL, los quales son yguales del seno FC. Tambien se tire, FO, perpendicular sobre, EK, y sera FO, ygual de KN: estiendase, FO, hasta que concurra con KC, que sera en, M. En el triangulo, FCM, los dos lados EM, MC, son mayores que el lado, FC: y los lados, FM, MC, son menores que los tres senos, FO, KN, CN, porque FO, y, KC, q̃ son los tres senos, son mayores q̃, FM, MC, porque si al seno, FO, se le añade, OM, a los senos, KC, se les quita, KM, que es mayor que, OM: luego las lineas, FM, MC, son mayores que la linea, FC. Luego siguese, que la linea FC, no es tripla del seno, FC, que es ygual de qualquiera de los senos, FO, KN, NC, sino que ha de ser menor que, FC, la linea de quien la linea, FC, fuere tripla. Pongamos que es FP, y tendra, FC, con, FP, la misma proporciõ que el angulo

CEF,



C E F, con el angulo, F E D, pues por la 8. del quinto de Eucli. linea, C F, con F P, tiene mayor proporcion q̃ con F G: luego, C F, con, F G, tiene menor proporciõ que el angulo, C E F, con el angulo, F E D: y la linea, C F, por la



misma 8. del quinto, tiene mayor proporciõ con, F G, q̃, F H, cõ, F C: luego el angulo, C E F, tiene mayor proporciõ con el angulo, F E D, que no el seno, F H, con el seno, F G, que es lo q̃ se auia de demostrar. Esto mismo se puede demostrar en los demas angulos.

Pues esto asi entẽdido, prouemos lo primero, que si los pesos estuuieren fixos en los braços de la libra, y la mouieren, q̃ se quedarà donde la dexarẽ. Sea la libra, A B, cuyo centro, C: y los pesos, A, B, que se pone que son yguales, y q̃ estã fixos en los estremos de la libra, como en, A B. Pues mueuase la libra sobre el punto, C, y pongase en, E F: pues el punto

punto, C, diſta ygualmente de los puntos A B, donde ſe ponen los peſos, ſera el pũto C, el cẽtro de grauedad de la magnitud q̃ ſe compone de los peſos, A B. Luego por la difinicion del centro de grauedad, ſi eſta magnitud aſsi compueſta, ſe ſuſpendiera del cẽtro, C, en la diſpoſicion q̃ ſe hallare al tiẽpo de la ſuſpenſion, en eſſa ſe quedarà: luego quedarſe ha ſi la dexarẽ en el ſitio, E F. Que eſto ſea aſsi, es coſa clara, porq̃ aqui no ſe cõſidera la libra q̃ tiene en los eſtremos, A B, dos peſos, o potencias, q̃ eſtando tirando, o grauitando derechamẽte al centro del mũdo (como luego diremos) ſino vn cuerpo, cuyo centro de grauedad, es el pũto, C, y eſte es el que grauita para el centro del mũdo: porque ſi el cuerpo, E C F, eſtuuieſſe ſuelto y libre, el cẽtro, C, ſe moueria por vna linea recta, haſta llegar al centro del mundo, como hazen todos los centros de grauedad de los demas cuerpos.

Aunque de lo dicho queda bien aueriguado lo preſupueſto, pero para mas ſatisfacion, hagaſe el paralelogramo rectangulo, E G F H, y tireſe, G H, la qual paſſara por el punto, C, donde ſera el cẽtro de grauedad de la magnitud,

tud,E G F H,porque cõ qualquiera de los dos diametros se diuide por medio la dicha magnitud, y en partes equeponderantes; luego el centro de grauedad sera donde se cortan los dos diametros,q̃ es en el punto, C : luego si la magnitud,E G F H, se suspendiesse del punto, G, la linea G C F,seria perpendicular al Orizõte , y esta linea,necessariamente tiene de passar por el centro de grauedad , q̃ es el punto, c. Pues pongamos que està colgada del pũto c,y que faltan de la magnitud , E G F H, los triangulos, E G C, G C F, que son yguales , pues que del triangulo, E H G,y del triangulo,G H F,que cada vno es mitad de la magnitud,E G F H,se hã quitado los triãgulos, E G C, G C F,quedara el triãgulo,E C H, ygual del triangulo, C H F, y el punto,c,està ygualmẽte distante de los pesos, E F : luego estando colgada la magnitud,E H F,del punto,c,no mudaria del lugar que tenia quando estaua la magnitud,E G H F, toda entera,y colgada del mismo punto,c.Lo mismo aconteceria,si se quitasse de la magnitud,E G H F,los triangulos,E C H,C H F. Pues siendo esto assi,quitense los vnos y los otros triangulos, y quedarà solo el cuerpo , E C F , ò por mejor dezir,la magnitud,E C F, colgada del centro , c : pues quitando los triangulos,E G C,G C T,la magnitud,E H F,se

quedaua en el mismo sitio: y lo mismo quitando los triãgulos, E H C, C H F, la magnitud, E G F, se quedaua en el mismo sitio: luego quitando los vnos y los otros triangulos, la magnitud, E G F, se quedara en el mismo sitio, colgada del cẽtro de su grauedad, C, que es lo q̃ se propuso.

Resta de demostrar, que si los pesos estuuieren librẽmẽte colgados de los estremos de los braços de la libra, que en tal caso, si la libra estãdo equidistante al Orizõte, fuere mouida, y la soltaren, se boluera a poner equidistãte al Orizonte. Sea la libra equidistante al Orizonte, como, A B, y sea, D O P E, perpendicular sobre, A B, la qual se estienda hasta que llegue al centro del mundo, E: mueuase la libra al sitio, H K: y de los estremos, H K, se cuelguen los pesos, F G, de tal manera, que cõ su grauedad se puedan poner en las lineas rectas, que van de los puntos H, K, al centro del mundo, como son las lineas, H E, K E. Pues digo, que siendo los pesos, F, G, yguales, que la libra H K, se boluera sobre, A B, equidistante al Orizonte. Hagase el angulo, D E L, ygual del angulo, H E D, y tirese L E: tambien se tire, L O M, y estiendase de vna y otra parte: y estiendase, E K, hasta que cõcurra cõn, M L, que sera en, N: tirese, L P, paralela de, N E. Demas desto, se tirẽ P Q, E R, perpendiculares sobre, L M. Pues el angulo E L O, es ygual del angulo, E H O: la fuerça y grauedad que tiene el peso, F, en la linea, H E, essa tendra el mismo peso en la linea, L E: tambien la grauedad que el peso, G, hiziere en la linea, O K, essa misma hara en la linea, O N. Luego la grauedad del peso, F, segun el angulo, O L E, y la grauedad del peso, G, se considera segun el angulo, O N E. Esto asi entendido, demostremos como la libra se boluera al sitio, A B: Siendo, L P, paralela de, N E, sera el angulo, O L P, cuyo seno era, P Q, ygual del angulo, O N E, y del angulo, O L E, sera el seno, E R, por la 4. del sexto

sexto de Euclides, como se ha, O E, cõ R E, assi se ha O P, cõ, Q P: y permutãdo, como se ha O E, cõ, O P, assi se ha, E R, cõ Q P: y por la 2. del sexto de Euclid. como se ha, OP, cõ, P E, assi se ha, O L, con, L N: y cõponiendo, como se ha, O E, cõ O P, assi se ha O N, cõ, O L: luego por la 22. del quinto de Euclid. la proporciõ de O N, cõ, O L, es como la de E R, con, P Q. Tenemos demostrado, q̃ vn angulo con otro tiene mayor proporciõ, que el seno de tal angulo al seno del otro angulo, luego el angulo, R L E, al angulo, Q L P, tiene mayor proporcion q̃, E R, seno del angulo, R L E, a, P Q. seno del angulo, Q L P. Por

V N L D H B T S O X A F K C G Q P R E

lo qual el angulo, R L E, tiene mayor proporcion con el angulo, Q L P, que, O N, cõ, O L, pues la grauedad de los peſos ſe conſidera, ſegun ſon los angulos por donde hazen la grauedad: y la grauedad del angulo, R L E, es mayor que la grauedad del angulo, Q L P, q̃ es, O N E, porque el angulo, R L E, ſe llega mas al recto, que el angulo Q L P. Luego mayor proporcion tiene el peſo q̃ ſe conſidera en, L, con el peſo que ſe conſidera en, N, que no la linea, O N, con, O L: luego el peſo q̃ eſtuuiere en, L, vencera al q̃ eſtuuiere en, N, porque para q̃ tuuieſſen ygual potencia, auia de tener, O N, con, O L, la miſma proporcion que el peſo que ſe conſidera en, L, con el que ſe cõſidera en, N, y entonces eſtuuieran los peſos en equilibrio, y no ſe mouiera la libra, de qualquiera ſitio que la dexaran. Eſto ſe hiziera, ſi puſieramos, O N, algo mayor, como ſi puſieremos que, O V, tiene la proporcion con O L, que la grauedad del angulo, R L E, con la grauedad del angulo, Q L P, que aya de ſer mayor, O N, para que con, O L, tenga la proporcion que el angulo, R L E, tiene con el angulo, Q L P: conſta por la. 8. del quinto de Euclides. Tambien ſi conſideraremos que el peſo, F, haze la miſma fuerça y grauedad del punto, X, en la linea, A O, que la grauedad que haze en, H: y la grauedad que haze el peſo, G, en N, q̃ eſſa miſma haze en, T, en la linea, Q B, ſe demoſtrarà, que, O T, ha de ſer mayor, para que tenga con, O X, que es la miſma que, O S, la proporcion, que el ſeno del angulo, O S E, tiene cõ el ſeno del angulo, O T E: luego mayor ſera la grauedad del peſo, F, en, H, que no la del peſo, G, en, K. Por lo qual la grauedad del peſo, F, ſera mayor que la del peſo, G, que es lo que ſe auia de demoſtrar.

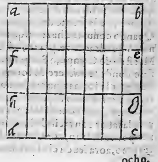


CAPITVLO XXI. QVE TRATA como se formaran los esquadrones, assi de quadrado de terreno, como de gente.

ESTE Nombre, Esquadron, se dixo de la forma y figura que tiene, porque aora se haga el esquadron quadrado de terreno, aora de gente: de la vna y otra manera ha de quedar en esquadria; q̃ aunque el esquadrõ quadrado de gente, no queda en figura quadrada (como se dira) pero queda en esquadria. Esquadron quadrado de terreno, quiere dezir, q̃ el espacio, o sitio de tierra q̃ ocupare el esquadron, ha de ser quadrado: q̃ es que tanta lõgitud ha de tener por la frente, como por el lado. Y el esquadron quadrado de gente, es, que tantos hombres ha de auer por la frente del esquadron, como por el lado. Quando conuiene hazer esquadron quadrado de terreno, o quadrado de gente, esto queda a la elecion del Maestro de Campo, o Sargento mayor, porque segun el sitio donde se huuiere de formar el esquadron, se tiene de elegir la forma que mas conuiene a la defensa del enemigo, y en esto no se puede dar regla: solamente aqui se enseñará, que conocida la gente que ay en el exercito, pueda saber con facilidad, quantos hombres puede poner por cada lado, aora sea en el esquadron quadrado de terreno, aora sea en el esquadron quadrado de gente.

Enseñemos lo primero, como se formará el esquadron quadrado de terreno, para lo qual es necessario entender, que en la frente del esquadron ha de auer de vn hombre a otro tres pies, y en el lado siete pies. Esto assi entendido, se tiene de buscar vn numero, que partido por tres, no sobre nada; y el mismo partido por siete, no sobre nada: lo qual se hará, multiplicando tres por siete, que haran veynte y vno. Pues este numero 21. nos seruirá de fundamento para conocer todos los numeros, que partido por tres y siete, no sobra nada: lo qual se hará duplicando, o triplicando, o quadruplicando el dicho numero 21. como si le quadruplicamos, haze vn numero de ochenta y quatro, el qual si le partieremos por tres, o por siete, no sobrará nada.

Para que mejor entendamos como se forma este esquadron quadrado de terreno, pongamos vn exemplo en el numero veynte y vno, el qual partido por tres, y por siete, no sobra nada. Hagamos el quadrado siguiente, que por cada lado tenga veynte y vn pies, y sea, a b, la frente del esquadron, la qual se diuidirá en siete espacios yguales, y cada vno tendra tres pies: y diuidase el lado, b c, en tres espacios yguales, y cada vno tẽdra siete pies. De los puntos destas diuisiones, se tiren lineas equidistantes a los lados, a b, b c. Pues si consideramos la primera hilera, a b, hallaremos en ella ocho hombres, y en la segũda, e f, otros



ocho,

ocho: y en la tercera, g h, otros ocho: y en la quarta, d c, con que se cierra el esquadron, estan otros ocho: pues en veynte y vn pies por lado se contienen quatro hileras, que cada vna tiene ocho hombres, tendra el tal esquadron treynta y dos hombres. De manera, que para cerrar el esquadron quadrado de terreno, es necessario poner vn hombre mas en cada lado de los espacios que contiene, como se tiene visto en esta figura.

Porque en la guerra no todas vezes se ofrece que los soldados son muy contadores, me parecio, que para este efeto seria de prouecho, hazer la tabla siguiente: por la qual subitamente (conocidos los hombres que ay en el exercito) se puede formar el esquadron quadrado de terreno.

Pies

Pies por lado.		Frente.		Lado.		Hombres.
21	—	8	—	4	—	32
42	—	15	—	7	—	105
63	—	22	—	10	—	220
84	—	29	—	13	—	377
105	—	36	—	16.	—	576
126	—	43	—	19	—	817
147	—	50	—	22	—	1100
168	—	57	—	25	—	1425
189	—	64	—	28	—	1792
210	—	71	—	31	—	2201
231	—	78	—	34	—	2652
252	—	85	—	37	—	3145
273	—	92	—	40	—	3680
294	—	99	—	43	—	4257
315	—	106	—	46	—	4876
336	—	113	—	49	—	5537
357	—	120	—	52	—	6240
378	—	127	—	55	—	69 85
399	—	134	—	58	—	7772
420	—	141	—	61	—	8601
441	—	148	—	64	—	9472
462	—	155	—	67	—	10385

Pies por lado.	Frente.	Lado.	Hombres.
483	162	70	11340
504	169	73	12337
525	176	76	13376
546	183	79	14457
567	190	82	15580
588	197	85	16745
609	204	88	17952
630	211	91	19201
651	218	94	20492
672	225	97	21825
693	232	100	23200
714	239	103	24617
735	246	106	26076
756	253	109	27577
777	260	112	29120
798	267	115	31705
819	274	118	32332
840	281	121	34001
861	288	124	35712
882	295	127	37465
903	302	130	39260

R Vſo

Vſo de la tabla precedente.

EN La tabla precedente ay quatro colunas de numeros. En la primera a la mano derecha, ſe pone el numero de los hombres que pueden hazer el eſquadron quadrado de terreno. En la ſegunda coluna ſe pone el numero de los hombres que tendra por lado. En la tercera coluna, los que tendra en la frente. En la quarta, los pies que tendra el eſquadron por cada lado: como ſi vn Capitan tuuieſſe, 15580. hombres, y dellos quiſieſſe formar vn eſquadron quadrado de terreno, buſcará en la coluna de los hombres, el numero 15580, y enfrente deſte, caminando a la mano yzquierda, hallará 82. y tantos hombres ſe podran por lado: y caminando a la mano yzquierda, hallará otro numero, que es, 190. y tantos hombres pondra en la frente: y enfrente deſte, en la poſtrera coluna, ſe hallará eſte numero, 567. y tantos pies tiene cada lado del eſquadron: lo qual hallaremos

ſer

ſer aſsi, multiplicando 189. que es vno menos de los 190. (por la razon que atras ſe dixo) por tres: y tambien ſi multiplicaremos 81. que es vno menos de los 82. por ſiete, de la vna y la otra multiplicacion vendran los 567. que ſon los pies que el tal eſquadron tendra por lado.

Si a caſo el numero de los hombres, de que ſe tiene de formar el eſquadron, no ſe hallare juſto en la coluna de los hombres, ſe tomara el proximo menor, y ſe obrarà como eſta dicho: los ſoldados que ſobraren deſpues de auer formado el eſquadron, que de neceſsidad tienen de ſobrar, ſiendo el numero de los hombres ygual de alguno de los que eſtan en la tabla, en la coluna de los hombres, el Maeſtre de Campo, o Sargento mayor, los acomodarà en el lugar que mas conuiniere.

(∴)

Del eſquadron quadrado de gente.

EL Eſquadron quadrado de gente(como eſtá dicho) ha de tener tantos hõbres por el lado, como por la frente: y ſiendo quadrado de gente, no lo ſera en la figura, porque ſiendo tantos hombres por vn lado como por otro, y entre vn hombre y otro de los del lado, ha de auer ſiete pies; y entre los de la frente, ha de auer tres pies, claro eſtá que vendra a ſer prolongado el eſquadron. Para formar el eſquadron quadrado de gente, es neceſſario ſaber el numero de ſoldados de que ſe tiene de formar, y deſte numero ſacar la rayz quadrada, que la tal rayz ſera el numero de hombres que ſe tienen de poner en cada lado del eſquadron. Y porque no todos los hombres ſaben ſacar rayz quadrada, pondre la tabla ſiguiente, donde ſe pondran algunos numeros, y ſus rayzes quadradas.

Vſo de la tabla ſiguiente.

EN La tabla ſiguiente, ſe ponen en cada coluna dos ordenes de numeros: el primero de la mano derecha, es numero quadrado: el otro de la mano yzquierda, es ſu rayz quadrada; como ſi tomamos eſte numero 22500. hallaremos en ſu derecho, a la mano yzquierda, eſte numero, 150. el qual ſi le multiplicamos en ſi miſmo, hara el numero, 22500. por lo qual diremos, que 150. es rayz quadrada de 22500. Pues ſabido quantos hombres ſon, de los que ſe tiene de formar el eſquadron, eſte numero ſe buſque en alguna de las colunas, en los numeros de la mano derecha, y frontero, en la miſma coluna, a la mano yzquierda, hallarà ſu rayz quadrada, que ſera el numero de los hombres que tiene de poner por lado. Sino hallare juſto el numero de los hombres que tiene en ſu exercito, tome el proximo menor.

Raiz quadrada.	Num. quadrados.	Raiz.	Num. quadrados.	Raiz.	Num. quadrados.	Raiz.	Num. quadrados.
2	4	29	841	56	3136	83	6889
3	9	30	900	57	3249	84	7056
4	16	31	961	58	3364	85	7225
5	25	32	1024	59	3481	86	7396
6	36	33	1089	60	3600	87	7569
7	49	34	1156	61	3721	88	7744
8	64	35	1225	62	3844	89	7921
9	81	36	1296	63	3969	90	8100
10	100	37	1369	64	4096	91	8281
11	121	38	1444	65	4125	92	8404
12	144	39	1521	66	4356	93	8649
13	169	40	1600	67	4489	94	8836
14	196	41	1681	68	4624	95	9025
15	225	42	1764	69	4761	96	9216
16	256	43	1849	70	4900	97	9409
17	285	44	1936	71	5041	98	9604
18	324	45	2025	72	5184	99	9801
19	361	46	2116	73	5329	100	10000
20	400	47	2209	74	5476	101	10201
21	441	48	2304	75	5625	102	10404
22	484	49	2401	76	5776	103	10606
23	529	50	2500	77	5929	104	10816
24	576	51	2601	78	6084	105	11025
25	625	52	2704	79	6241	106	11236
26	676	53	2809	80	6400	107	11449
27	729	54	2916	81	6561	108	11664
28	784	55	3025	82	6724	109	11881

Raiz quadrada.	Num. quadrados.	Raiz quadrada.	Num. quadrados.	Raiz quadrada.	Num. quadrados.	Raiz quadrada.	Num. quadrados.
110	12100	136	18496	162	26244	188	35344
111	12321	137	18769	163	26569	189	35721
112	12544	138	19044	164	26896	190	36100
113	12769	139	19321	165	27225	191	36481
114	12996	140	19600	166	27556	192	36864
115	13225	141	19881	167	27889	193	37249
116	13456	142	20164	168	28224	194	37636
117	13689	143	20449	169	28561	195	38025
118	13924	144	20736	170	28900	196	38416
119	14161	145	21025	171	29241	197	38809
120	14400	146	21316	172	29584	198	39204
121	14641	147	21609	173	29929	199	39601
122	14884	148	21904	174	30276	200	40000
123	15129	149	22201	175	30625		
124	15376	150	22500	176	30976		
125	15625	151	22801	177	31329		
126	15876	152	23104	178	31684		
127	16129	153	23409	179	32041		
128	16384	154	23716	180	32400		
129	16641	155	24025	181	32761		
130	16900	156	24336	182	33124		
131	17161	157	24649	183	33489		
132	17424	158	24964	184	33856		
133	17689	159	25281	185	34225		
134	17956	160	25600	186	34569		
135	18225	161	25921	187	34969		

Es de aduertir, que aqui auemos enseñado a formar los esquadrones, sin tener atencion a la plaça de armas que en medio de ellos se suele poner, para la conseruacion de los preparamentos que en la guerra se acostumbran: pero como aqui no ha sido mi intencion sino euitar el trabajo que en este caso se suele ofrecer, y que no aya en que reparar, sino que repentinamente puedan formar sus esquadrones, de vna, o de otra manera, escriui este breue discurso y cuenta; que despues de formado el esquadron, puede el Maestre de Campo sacar de medio del, los soldados que le pareciere que ocupan el lugar que es necessario para la plaça de armas: y estos soldados que de alli sacare, y los que le sobraron quando formò el esquadron, los puede ocupar en otros lugares, donde pidiere la necessidad.

LAVS DEO.